COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 MAI 1891.

PRÉSIDENCE DE M. DUCHARTRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la durée de l'évaporation dans les générateurs;* par M. **Haton de la Goupillière**.

« 1. L'une des causes les plus graves et les plus fréquentes d'explosion pour les générateurs consiste dans l'abaissement du plan d'eau au-dessous de la ligne des carneaux, si le chauffeur cesse d'alimenter en temps utile. En supposant que la consommation de vapeur par le moteur se continue de manière que la pression conserve sa valeur, il peut être utile de déterminer la plus ou moins grande rapidité de cet abaissement, soit pour une étude *a priori*, soit en vue d'apporter, le cas échéant, avec toute la prudence nécessaire en aussi grave matière, un élément d'appréciation à l'instruction qui suit un accident. M. Guchez, ingénieur au Corps des Mines de Belgique, a traité

ce problème dans une brochure intéressante ([1]) en ce qui concerne un corps cylindrique horizontal. Il m'a semblé utile d'élargir le sujet en l'étendant à des formes quelconques de chaudières, et le complétant, pour la question même qu'a envisagée l'auteur, par la prise en considération d'effets complémentaires dont le *desideratum* avait été signalé par ce dernier. Tel est l'objet de la présente Note.

» On doit ici distinguer deux cas, suivant que l'amplitude d'abaissement soumise au calcul se trouve comprise au-dessus ou au-dessous de la ligne des carneaux. Si elle passe d'un côté à l'autre, on envisagera séparément chacune de ses deux parties. La première question ne donne lieu à aucune difficulté. Il suffit de cuber, par les moyens que fournit le Calcul intégral, le volume disparu, et de le diviser par le produit de la surface *invariable* de chauffe et du coefficient spécifique d'évaporation rapporté au mètre carré.

» Le second cas nécessite au contraire une recherche spéciale, la surface de contact du métal avec le liquide variant incessamment pendant l'abaissement du plan d'eau. Nous supposerons que l'on parte pour cela de la ligne des carneaux; d'un côté parce que c'est en effet ainsi que les choses se passent dans la réalité, et que d'ailleurs la considération d'un intervalle quelconque résulterait de la différence de deux semblables évaluations.

» 2. L'équation de la surface du générateur est rapportée à trois axes rectangulaires x, y, z. A une altitude fixe z_0 se trouve le plan horizontal de la ligne des carneaux, au-dessous duquel s'étend la surface totale de chauffe S_0. Quand le niveau s'abaisse à une hauteur z, cette superficie se réduit à S, et au-dessus d'elle règne une zone surchauffée $S_0 - S$. Le générateur se termine à sa partie inférieure par un ou plusieurs points minima situés à une hauteur z_1, parfois par une ligne horizontale ([2]), autrefois même par un fond plat.

» Nous appellerons v le volume d'eau en mètres cubes que vaporise par seconde le mètre carré de surface métallique. Sa valeur change d'un cas à l'autre, d'après la plus ou moins grande efficacité du système de construction de la chaudière. Pour fixer les idées, nous admettrons dans cette étude une évaporation de 36^{kg} à l'heure; résultat qui s'observe fréquemment pour des générateurs d'une certaine vivacité, et qui présente l'avantage de nous conduire à la valeur très simple : $v = \frac{0,036}{60 \times 60} = \frac{1}{10^5}$.

([1]) F. GucHEZ, *Note sur un problème relatif à l'évaporation de l'eau dans les chaudières cylindriques simples*. In-8° de 13 pages; 1881 (chez Callevaert, à Bruxelles).

([2]) Sauf une légère inclinaison que nous négligerons dans cette recherche.

» La *conductibilité directe* qui s'opère à travers la surface S avec l'activité v constitue le facteur prépondérant du phénomène, mais non le seul. Une certaine *conductibilité indirecte* s'effectue entre le métal rougi et la zone adjacente de tôle mouillée. Nous admettrons de ce chef un supplément d'efficacité w par mètre courant du périmètre σ du plan d'eau.

» Enfin la surface échauffée exerce par son rayonnement sur le bain liquide s une action spéciale u que nous rapportons en bloc, comme les précédentes, au mètre carré de la superficie $S_0 - S$. On peut considérer ce troisième élément comme résumant en même temps dans son influence l'accroissement d'activité que devrait convenablement subir le coefficient v lorsque, par l'abaissement du niveau, son application se concentre sur des portions attaquées de plus en plus directement par les flammes.

» Les expressions de S, s, σ se déduiront de l'équation proposée à l'aide des méthodes que fournit le Calcul intégral. Quant aux coefficients u, w, ils ne paraissent pas avoir été encore pris en considération, et il serait sans doute prématuré de leur attribuer ici des valeurs numériques déterminées. La plupart du temps on se contentera de les annuler. Cependant il serait désirable de voir l'attention des praticiens se porter sur cette lacune.

» 3. Il nous est maintenant facile de former l'équation différentielle du phénomène. La valeur absolue $-s\,dz$ de la tranche qui disparaît dans un temps dt représente le total des trois influences précédentes :

$$-s\,dz = [vS + w\sigma + u(S_0 - S)]\,dt,$$

$$dt = -\frac{s\,dz}{(v-u)S + w\sigma + uS_0},$$

$$t = \int_z^{z_0} \frac{s\,dz}{(v-u)S + w\sigma + uS_0},$$

expression dans laquelle u, v, w représentent, ainsi que S_0, des constantes numériques; S, s, σ des fonctions déterminées de z.

» 4. Envisageons, comme première application, une chaudière verticale, constituée à l'aide d'un cylindre de forme quelconque, qui est foncé à sa partie inférieure par une surface arbitraire.

» Les chaudières métallurgiques, les types Field, Thirion, Decoster-Rikken, etc. rentrent dans cette donnée. La chaudière à tombeau de Watt ne s'en écartait pas beaucoup. Le périmètre σ et l'aire s de la section droite restent constants, si nous supposons que l'abaissement se maintienne dans le corps cylindrique sans atteindre la fonçure. On a, en outre,

$$S_0 - S = \sigma(z_0 - z), \qquad S = (S_0 - \sigma z_0) + \sigma z.$$

Il vient, dans ces conditions,

$$t = \frac{s}{v S_0 + w \sigma} \int_z^{z_0} \frac{dz}{1 + \frac{(v - u)\sigma}{v S_0 + w\sigma}(z - z_0)},$$

et en intégrant avec un logarithme *népérien*

$$t = \frac{s}{(u - v)\sigma} \mathrm{L} \left[1 + \frac{(v - u)\sigma}{v S_0 + w\sigma}(z - z_0) \right].$$

» 5. Supposons, en particulier, un cylindre circulaire de hauteur H, de rayon R, de périmètre $\sigma = 2\pi R$, de section $s = \pi R^2$, foncé à l'aide d'un hémisphère, de telle sorte que $S_0 = 2\pi R^2 + 2\pi RH$. On trouve, dans ce cas, pour un abaissement : $z_0 - z = h$,

$$t = \frac{R}{2(u - v)} \mathrm{L} \left[1 + \frac{(u - v)h}{v(R + H) + w} \right].$$

» Nous aurons avec l'hypothèse simplifiée $u = 0$, $w = 0$,

$$t = -\frac{R}{2v} \mathrm{L} \left(1 - \frac{h}{R + H} \right).$$

Admettons, par exemple, que l'évaporation s'effectue sur toute la hauteur H, supposée égale au diamètre. Il vient alors

$$T = \frac{R}{2v} \mathrm{L}3 = \frac{R}{2} . 10^5 . 2,3026 . \log 3 = 54930 R,$$

et pour un diamètre égal à 1^{m},

$$T = 27465^{\mathrm{s}} = 7^{\mathrm{h}} 37^{\mathrm{m}} 45^{\mathrm{s}}.$$

» Si l'on calculait directement en supposant constante la surface de chauffe, on obtiendrait un résultat trop faible dans le rapport 0,9102. Pour le diamètre de 1^{m}, l'erreur absolue *en moins* serait $41^{\mathrm{m}} 5^{\mathrm{s}}$. Si, pour essayer de tenir grossièrement compte de la variation de S par un procédé élémentaire, on adoptait pour son évaluation *fixe* la moyenne arithmétique entre ses valeurs initiale et finale, on trouverait un chiffre 1,2137 fois trop fort; et l'erreur *en plus* serait, pour l'exemple précédent, $1^{\mathrm{h}} 37^{\mathrm{m}} 49^{\mathrm{s}}$.

» Ces écarts sont importants, mais nous en rencontrerons de bien plus considérables encore, qui arrivent à dénaturer totalement les résultats, mettant par là en évidence la nécessité d'employer des formules plus exactes.

» 6. Considérons, en second lieu, une surface de révolution quelconque,

représentée par l'équation de sa méridienne entre x et z. On aura alors

$$\sigma = 2\pi x, \qquad s = \pi x^2, \qquad S = \pi \int_{z_1}^{z} x\,dz \sqrt{1 + \left(\frac{dx}{dz}\right)^2};$$

$$(1)\quad t = \int_{z}^{z_0} \frac{x^2\,dz}{2wx + (v - u)\int_{z_1}^{z} x\,dz\sqrt{1 + \left(\frac{dx}{dz}\right)^2} + u\int_{z_1}^{z_0} x\,dz\sqrt{1 + \left(\frac{dx}{dz}\right)^2}}.$$

» 7. Envisageons, par exemple, la forme sphérique qui était usitée avant Watt, soit par elle-même dans la chaudière de Savery, soit dans celle de Papin avec un fond plat, pour lequel le calcul se ferait sans difficulté. On aura, en plaçant l'origine au pôle inférieur

$$x^2 = z(2R - z), \qquad S = 2\pi R z;$$

$$t = \frac{1}{2}\int_{z}^{z_0} \frac{z(2R - z)\,dz}{w\sqrt{z(2R - z)} + (v - u)Rz + uRz_0},$$

expression intégrable en termes finis par les méthodes ordinaires.

» Quand on annule u et v, il vient simplement

$$t = \frac{1}{2vR}\int_{z}^{z_0} (2R - z)\,dz = \frac{(4R - z_0 - z)(z_0 - z)}{4vR}.$$

Si l'on place la ligne des carneaux dans le plan de l'équateur,

$$t = \frac{(3R - z)(R - z)}{4vR}.$$

Pour vider, par exemple, l'hémisphère entier, nous ferons $z = 0$, ce qui donne $T = \frac{3R}{4v}$, et avec 1^m de rayon

$$T = 75000^s = 20^h 50^m.$$

» En calculant avec la surface initiale, on trouverait un chiffre 0,4444 fois trop faible, déterminant, pour un rayon de 1^m, une erreur en moins de $11^h 35^m$, plus considérable que le nombre obtenu lui-même, ce qui constitue un résultat véritablement absurde. Avec la moyenne arithmétique, il serait encore 0,8888 fois trop faible, donnant, pour le problème précédent, une erreur en moins de $2^h 20^m$.

» 8. En quittant pour un instant le domaine de la pratique, nous renverserons les termes du problème, et nous nous proposerons de déterminer le profil que devrait présenter la méridienne pour réaliser une loi d'abaissement assignée *a priori*. Il faut alors se donner directement, dans

l'équation différentielle (1), l'expression de la vitesse $-\frac{dz}{dt}$. Le plus naturel serait de la représenter par une fonction de z. Mais la relation reste alors rebelle à l'intégration ([1]). Elle se ramène, au contraire, à une quadrature, si l'on formule la vitesse d'abaissement en fonction de la surface d'évaporation, ou du rayon x, sous la forme $-\frac{dz}{dt} = \mathrm{F}(x)$. Nous aurons ainsi

$$-x^2\frac{dz}{dt} = 2\varpi x + u\mathrm{S}_0 + (\nu - u)\int_{x_1}^{x} x\,dx\sqrt{1+\left(\frac{dz}{dx}\right)^2},$$

$$(\nu - u)\int_{x_1}^{x} x\,dx\sqrt{1+\left(\frac{dz}{dx}\right)^2} = x^2\,\mathrm{F}(x) - 2\varpi x - u\mathrm{S}_0,$$

et en différentiant

$$(\nu - u)x\sqrt{1+\left(\frac{dz}{dx}\right)^2} = x^2\,\mathrm{F}'(x) + 2x\,\mathrm{F}(x) - 2\varpi.$$

En élevant au carré, et résolvant par rapport à dz, on obtient

$$z = \int dx\sqrt{\left[\frac{x\,\mathrm{F}'(x) + 2\,\mathrm{F}(x) - \frac{2\varpi}{x}}{\nu - u}\right]^2 - 1}.$$

» Cherchons, par exemple, le profil qui procurerait une vitesse constante d'abaissement V. Il vient, à cet effet,

$$z = \int dx\sqrt{4\left(\frac{\mathrm{V} - \frac{\varpi}{x}}{\nu - u}\right)^2 - 1},$$

expression immédiatement intégrable par les méthodes connues. Si, en particulier, on suppose $u = 0$, $\varpi = 0$, le calcul indique un cône de révolution ; forme d'ailleurs inadmissible.

» 9. On peut effectuer la même recherche en se donnant directement,

---

([1]) Sauf le cas particulier où, en négligeant la conductibilité indirecte $\varpi = 0$, l'on admettrait l'égalité fortuite $u = \nu$ de la conductibilité directe et du rayonnement. Alors la relation (1) fournit immédiatement l'équation du profil cherché

$$x^2 = -\frac{\nu\mathrm{S}_0}{\pi\frac{dz}{dt}}.$$

au lieu de l'abaissement *linéaire* $-\frac{dz}{dt}$, l'évaporation *en volume*

$$-\pi x^2 \frac{dz}{dt} = \pi \varphi(x).$$

Il suffit pour cela de faire, dans le calcul précédent,

$$F(x) = \frac{\varphi(x)}{x^2}, \qquad F'(x) = \frac{\varphi'(x)}{x^2} - \frac{2\varphi(x)}{x^3},$$

ce qui donne

$$z = \int dx \sqrt{\left[\frac{\varphi'(x) - 2w}{(v-u)x}\right]^2 - 1}.$$

» Si, par exemple, on a en vue l'évaporation proportionnelle au temps, on obtient une courbe assez compliquée, ayant pour ordonnée la somme de celles d'un cercle et d'une ligne dont les abscisses seraient réciproques de celles d'une chaînette.

» 10. L'hypothèse simplifiée $u = 0$, $w = 0$ nous donne

$$z = \int dx \sqrt{\left[\frac{\varphi'(x)}{vx}\right]^2 - 1},$$

expression qui s'intègre notamment pour une loi d'évaporation proportionnelle à une puissance *absolument quelconque* de la surface ou du rayon du plan d'eau

$$\varphi(x) = A x^m.$$

» On trouve alors

$$\left(\frac{v}{mA}\right)^{\frac{1}{2-m}} z = \sqrt{1 - \frac{v^2}{m^2 A^2} x^{4-2m}} + L\left(\sqrt{x^{2m-4} - \frac{v^2}{m^2 A^2}} - x^{m-2}\right).$$

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. le Prince **Nicolas de Tourquistanoff** soumet au jugement de l'Académie un « Calendrier vérificateur ».

(Renvoi à l'examen de M. Wolf.)

CORRESPONDANCE.

M. de Serpa Pinto, nommé Correspondant pour la Section de Géographie et Navigation, adresse ses remerciements à l'Académie.

M. le Prince Albert de Monaco, nommé Correspondant pour la Section de Géographie et Navigation, adresse ses remerciements à l'Académie.

GÉOMÉTRIE. — *Théorème de Géométrie.* Note de M. Tarry, présentée par M. Hermite.

« Si deux points A et B d'une figure de similitude constante parcourent deux droites fixes qui se coupent en un point p :

» 1° Il existe sur la figure semblablement variable un coude dont chaque point décrit une ligne droite passant par le point p.

» Ce cercle passe constamment par le point p.

» 2° Tous les autres points de la figure dérivent des courbes du même ordre.

» 3° Le nombre de ces courbes est égal à la classe de la courbe inverse, par rapport à l'origine p de l'enveloppe des cercles PAB.

» Dans le cas particulier où le point O est à l'infini, l'ordre des courbes est égal à la classe de l'enveloppe de la droite AB.

» *Démonstration.* — 1° Sur la figure sensiblement variable considérons un point C, situé sur le cercle circonscrit au triangle PAB.

» L'angle APB est égal à l'angle constant ACB ou en diffère de $\pm\pi$.

» Par conséquent, la droite PB a une position fixe.

» 2° Soient D et E deux points de la figure mobile, non situés sur le cercle PAB. En vertu d'un théorème connu, si l'un des points D ou E décrit une droite, l'autre point décrit aussi une droite.

» On déduit de là immédiatement que les points D et E décrivent des courbes du même ordre.

» Le centre O du cercle PAB est évidemment l'un des points de la figure sensiblement variable.

» 3° L'ordre de ces courbes est le même que celui de la courbe décrite

par le point O et, par suite, par le point Q, diamétralement opposé au point P dans le cercle PAB.

» Construisons la polaire réciproque de la figure par rapport à un cercle de centre P.

» On voit aisément que les polaires du point Q sont des tangentes à la courbe inverse, par rapport à l'origine P, de l'enveloppe des cercles OAB, ce qui démontre le théorème.

» La démonstration relative au cas particulier où le point O est à l'infini a été donnée par M. d'Ocagne, à qui j'avais communiqué l'énoncé (*Nouvelles Annales de Mathématiques*, septembre 1890). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe d'équations différentielles linéaires ordinaires.* Note de M. **Jules Cels**, présentée par M. Darboux.

« J'applique la méthode que j'ai indiquée [1] à l'équation

$$(E)\quad x^{n-1}\frac{d^n z}{dx^n}+ax^{n-2}\frac{d^{n-1}z}{dx^{n-1}}+bx^{n-3}\frac{d^{n-2}z}{dx^{n-2}}+\ldots+hx\frac{dz}{dx}+x^{n-1}z=0,$$

où $a, b, \ldots, h$ sont des constantes.

Soit donc la suite

$$E_{-2q}\ldots E_{-1}\,E\,E_1\ldots E_{2p}\ldots.$$

» Toutes les équations de la suite sont du même type que l'équation E et on a les formules de récurrence

$$z=\frac{1}{x^{n-1}}\frac{d}{dx}\frac{1}{x^{n-1}}\cdots\frac{d}{dx}z_{2p},\qquad z=\int x^{n-1}dx\int x^{n-1}dx\ldots\int z_{-2q}\,dx,$$

le nombre de dérivations étant p, le nombre d'intégrations q.

» L'intégration de l'équation E se fait très facilement lorsque dans la suite qui lui correspond se trouve l'équation

$$(1)\qquad x^{n-1}\frac{d^n z}{dx^n}+x^{n-1}z=0,$$

c'est-à-dire

$$\frac{d^n z}{dx^n}+z=0,$$

[1] Voir *Comptes rendus*, 15 juillet 1890.

où

$$(2) \qquad x^{n-1}\frac{d^n z}{dx^n} + npx^{n-2}\frac{d^{n-1}z}{dx^{n-1}} + x^{n-1}z = 0;$$

c'est-à-dire

$$x\frac{d^n z}{dx^n} + np\frac{d^{n-1}z}{dx^{n-1}} + xz = 0,$$

p étant un nombre entier. L'équation (1) s'intègre de suite. Pour l'intégration de l'équation (2) on pose $z = ye^{\lambda x}$. On trouve alors l'équation

$$(3) \quad \begin{cases} x\dfrac{d^n y}{dx^n} + (n\lambda x + np)\dfrac{d^{n-1}y}{dx^{n-1}} + \ldots \\ \quad + [n\lambda^{n-1}x + n(n-1)p\lambda^{n-2}]\dfrac{dy}{dx} + [x(\lambda^n + 1) + np\lambda]y = 0. \end{cases}$$

» Si l'on se rapporte à une précédente Communication [1], on voit que, si l'on détermine λ par l'équation $\lambda^n + 1 = 0$, p étant un nombre positif, l'équation (3) a comme solution particulière un polynôme de degré p, soit P. L'équation (2) aura alors comme solution particulière $Pe^{\lambda x}$; si p était un nombre négatif, l'adjointe de Lagrange de l'équation (3) admettrait, comme solution particulière, un polynôme Q de degré $p - 1$ et, comme il serait facile de le voir, l'adjointe de Lagrange de l'équation (2) aurait la solution $Qe^{-\lambda x}$. Puisque λ prend n valeurs, il suit de là que, dans les deux cas, on a l'intégrale générale de l'équation (2).

» Il reste à donner un moyen de voir sur l'équation E les cas où ces intégrations sont possibles. J'établis les propositions suivantes :

» *Quand on passe d'une équation* E *à son adjointe de Lagrange, les racines de l'équation déterminante du point critique* 0 *sont changées de signe; quand on passe de l'équation* E *à l'équation correspondant à la première ligne de son déterminant fondamental, les racines de l'équation déterminante du point critique* 0 (*la racine* 0 *exceptée*) *sont changées de signe et augmentées de* n.

» L'application répétée de ces résultats conduit à ceux-ci :

» *Quand on passe de l'équation* E *à l'équation* E_{2p}, *les racines de l'équation déterminante du point* 0 (*la racine* 0 *exceptée*) *augmentent de* pn; *quand on passe de l'équation* E *à l'équation* E_{-2q}, *elles diminuent de* qn.

» Cela posé, les racines de l'équation déterminante de l'équation (1) étant $0, 1, 2, \ldots, n-1$, on voit que :

» 1. *Quand les racines de l'équation déterminante du point critique* 0 *pour*

(1) Voir *Comptes rendus*, 8 décembre 1890.

une équation E *sont*

$$0, \quad 1-pn, \quad 2-pn, \quad \ldots, \quad (n-1)-pn:$$

» 1° *Si p est un nombre positif, les solutions de l'équation* E *sont données par*

$$z = \frac{1}{x^{n-1}}\frac{d}{dx}\frac{1}{x^{n-1}}\cdots\frac{d}{dx}e^{\alpha x},$$

le nombre des dérivations étant p, et α *étant racine de l'équation* $r^n + 1 = 0$.

» 2° *Si p est un nombre négatif, elles sont données par*

$$z = \int x^{n-1}\,dx \int x^{n-1}\,dx \ldots \int e^{\alpha x}\,dx,$$

le nombre d'intégrations etant p.

» Dans le second cas, on peut éviter les quadratures par l'emploi de l'adjointe de Lagrange de l'équation E. Son équation déterminante aurait les racines

$$0, \quad (n-1)+pn, \quad (n-2)+pn, \quad 1+pn,$$

et l'on serait dans le premier cas.

» L'équation E pour le second ordre est l'équation de Bessel et le résultat précédent l'intègre, comme c'est bien connu, quand l'intégrale générale est uniforme autour du point critique 0.

» On arrive de la même façon au résultat.

» 2. *Pour qu'une équation ait dans la suite qui lui correspond une équation du type* (2), *il faut et il suffit que les racines de l'équation déterminante du point critique* 0 *soient*

$$0, \quad 1-pn, \quad 2-pn, \quad (n-2)-pn, \quad (n-1)-qn,$$

ou

$$0, \quad (n-1)-pn, \quad (n-2)-pn, \quad (2)-p, \quad 1-qn,$$

v et q étant des entiers.

» Les résultats 1 et 2 intègrent l'équation du troisième ordre, dans tous les cas où l'intégrale générale est uniforme autour du point critique 0. Il n'en est pas de même quand il s'agit d'une équation d'ordre n. Il est en effet facile d'établir :

» 3. *Pour que l'équation* E *ait son intégrale générale uniforme dans tout le plan, il faut et il suffit que les racines de l'équation déterminante du point critique* 0 (*excepté la racine* 0) *soient respectivement* 1, 2, ..., $(n-1)$ *à un multiple de n près, qui n'est pas le même pour toutes ces racines.*

» Je termine en indiquant la formule

$$z = t^{\xi} + \frac{\xi}{f(\xi+n)}\,t^{\xi+n} + \frac{\xi(\zeta+n)}{f(\xi+n)\,f(\xi+2n)}\,t^{\xi+2n}$$
$$+ \frac{\xi(\zeta+n)(\xi+2n)}{f(\xi+n)\,f(\xi+2n)\,f(\xi+3n)}\,t^{\xi+3n} + \ldots,$$

où

$$f(r) = r(r-1)\ldots(r-n+1) \text{[illegible]} \ldots(r-n+2)\ldots \text{[illegible]}$$

qui représente le développement d'une intégrale autour du point critique o, ξ étant racine simple de l'équation déterminante et étant telle que sa différence avec l'une quelconque des autres racines ne soit pas un nombre entier. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la convergence des fractions continues simples.* Note de M. H. Padé, présentée par M. Picard.

« Les fractions qui ont pour numérateurs des monômes en x à coefficients et exposants différents de zéro, et pour dénominateurs partiels des polynômes en x à terme constant différent de zéro, jouent, dans l'étude des fractions continues, le même rôle que les séries entières dans l'étude des séries; nous les nommons *fractions continues simples.*

» Soit

$$(1)\qquad a_1 + \frac{\alpha_2}{a_2} + \frac{\alpha_3}{a_3} + \ldots,$$

une telle fraction; ses réduites $\frac{U_1}{V_1}, \frac{U_2}{V_2}, \frac{U_3}{V_3}, \cdots$ sont des fractions rationnelles irréductibles, et l'on a, pour $q > p$,

$$(2)\quad \frac{U_q}{V_q} = \frac{U_p}{V_p} + \frac{(-1)^{p+1}\alpha_2\alpha_3\ldots\alpha_{p+1}}{V_p V_{p+1}} + \frac{(-1)^{p+2}\alpha_2\alpha_3\ldots\alpha_{p+2}}{V_{p+1}V_{p+2}} + \ldots + \frac{(-1)^{q}\alpha_2\alpha_3\ldots\alpha_q}{V_{q-1}V_q}.$$

» Par cette formule, l'étude de la convergence de la fraction continue est ramenée à celle de la série illimitée,

$$(S)\qquad \frac{(-1)^{p+1}\alpha_2\alpha_3\ldots\alpha_{p+1}}{V_p V_{p+1}} + \frac{(-1)^{p+2}\alpha_2\alpha_3\ldots\alpha_{p+2}}{V_{p+1}V_{p+2}} + \ldots.$$

» Soit (C) le cercle de convergence de la *série entière*

$$(S')\qquad \alpha_2 - \alpha_2\alpha_3 + \alpha_2\alpha_3\alpha_4 - \ldots + (-1)^n\alpha_2\alpha_3\ldots\alpha_n + \ldots,$$

et considérons un ensemble (E) de points du plan, tels que, pour chacun d'eux et pour toutes les valeurs de l'entier i, supérieures à un nombre positif fixe N, on ait

$$a < |V_i| < A,$$

a et A désignant deux nombres positifs fixes. Pour chacun des points de l'ensemble (E), la série (S), où l'on suppose p plus grand que N, et la série (S′) sont convergentes et divergentes en même temps. Ainsi, *en se bornant aux points de l'ensemble* (E), *on peut parler du centre de convergence* (C) *de la fraction continue*.

» Supposons que tous les points d'une partie (γ) du plan intérieur au cercle (C) appartiennent à l'ensemble (E); *dans le champ* (γ) *la fraction continue définit une fonction analytique continue uniforme de x*.

» La principale difficulté de l'étude de la convergence se trouve dans la détermination de l'ensemble (E). Un cas où il est particulièrement facile de déterminer quels sont ceux des points d'une partie donnée (A) du plan qui appartiennent à cet ensemble est celui où, dans cette partie (A), la suite illimitée $V_1, V_2, V_3, \ldots$, *tend uniformément vers une fonction continue*. Dans ce cas, tous les points de (A), sauf ceux qui correspondent à des racines de la fonction continue, sont des points de l'ensemble (E). En particulier, pour la fraction continue d'Euler, tous les polynômes $V_1, V_2, \ldots$, sont des constantes égales, si l'on veut, à l'unité; cette fraction est donc convergente dans le cercle (C) et divergente en dehors, ce qui s'accorde avec le théorème d'Abel sur les séries entières.

» Les fractions rationnelles approchées d'une fonction forment une suite infinie à double entrée, d'où l'on peut, d'une infinité de manières, extraire des suites illimitées, à simple entrée, de fractions rationnelles qui soient les réduites successives d'une fraction continue simple; le choix de ces fractions peut être fait de telle sorte que les éléments de la fraction continue *suivent une loi régulière ;* il en sera alors de même des dénominateurs $V_1, V_2, V_3, \ldots$; c'est donc pour ces fractions continues simples particulières que l'étude de la convergence présentera le plus de facilités, et les fractions appartenant à un *même type régulier* se diviseront en général en fractions toutes convergentes ou divergentes en même temps.

» Ainsi *toutes les fractions continues simples régulières* relatives à e^x sont convergentes dans tout le plan ; pour chacune d'elles le rayon du cercle (C) est infini, tandis que les dénominateurs des réduites tendent uniformément soit vers 1, soit vers $e^{-\frac{x}{2}}$, soit vers e^{-x}, fonctions continues qui n'ont aucun zéro à distance finie.

» Considérons encore la fonction

$$\frac{1}{2\sqrt{z}}\log\frac{1+\sqrt{z}}{1-\sqrt{z}} = 1 + \frac{z}{3} + \frac{z^2}{5} + \frac{z^3}{7} + \ldots,$$

et l'une quelconque des fractions continues simples *régulières*, qui ont pour réduites successives des fractions rationnelles approchées dont les dénominateurs soient d'un même degré q, tandis que les degrés des numérateurs sont 0, 1, 2, 3, ...; pour une telle fraction continue, le rayon du cercle (C) est égal à l'unité, tandis que le dénominateur de la réduite tend uniformément vers $(1-x)^q$. La seule racine de cette fonction est $x=1$, donc l'ensemble (E) se compose de tous les points du plan, hormis le point 1. Toutes les fractions continues considérées convergent donc dans le cercle (C) et divergent en dehors de ce cercle. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un inclinateur à induction.* Note de M. H. **Wild**, présentée par M. Mascart.

« Dans un article inséré au *Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg* (t. XXVII, mai 1881), j'ai brièvement décrit une nouvelle méthode de détermination de l'inclinaison magnétique avec la boussole à induction de Weber, méthode qui élimine expérimentalement l'erreur provenant de ce que la sensibilité des galvanomètres employés varie avec l'angle de déviation de l'aimant. J'ai décrit la méthode et les résulttats obtenus avec un instrument provisoire dans un article inséré aux *Comptes rendus* de 1884, t. XCVIII, p. 91. Convaincu que la boussole à induction convenablement construite permettrait de déterminer enfin l'inclinaison absolue avec la même exactitude que la déclinaison absolue, j'ai fait construire, dans l'atelier de l'Observatoire physique central, une boussole à induction de grande précision. Elle a été établie, au printemps de 1890, à l'Observatoire magnétique de Pawlowsk et je l'ai décrite, ainsi que les nombreuses expériences qui ont été faites de juin à décembre de l'année dernière par trois personnes différentes, dans le Mémoire présenté. Il résulte de ces expériences que l'inclinaison absolue peut être déterminée, avec la nouvelle boussole et par ma méthode, à l'aide d'une seule observation, avec une erreur moyenne de $\pm 4'',5$. Dans le commencement de l'année 1891, grâce à l'habileté de nos observateurs, cette erreur est même devenue $\pm 2'',5$. Ainsi se trouve résolu le problème de déterminer l'inclinaison, au moins avec la même exactitude que la déclinaison. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un procédé de construction des vis de haute précision pour les appareils de mesure de la Carte du Ciel.* Note de M. P. Gautier, présentée par M. Mouchez.

« Les vis employées jusqu'à présent dans les appareils de mesure étaient simplement filetées avec soin; on avait à compter avec des erreurs provenant de la vis conductrice et de l'outil qui s'usait plus ou moins suivant le nombre de filets à couper; il en résultait la nécessité de faire de la vis une longue et pénible étude pour trouver les corrections à lui appliquer.

» J'ai pensé qu'il était possible de pousser beaucoup plus loin la précision dans la construction d'une vis. Supposons, en effet, une vis filetée dans les conditions ordinaires; si, après avoir insufflé sur elle une poussière très fine d'émeri, nous la faisons passer dans un écrou en cuivre d'égale longueur, il y aura modification de l'écrou par la vis et réciproquement de la vis par l'écrou. Cette modification mutuelle de la vis et de l'écrou s'opère ainsi par un véritable rodage; il en résultera nécessairement une amélioration successive de l'une et de l'autre, et le degré de précision qui pourra être atteint dépendra à la fois des précautions de diverses natures prises dans le rodage et du temps qu'on y aura consacré.

» J'ai appliqué ce procédé à la construction d'une vis de $0^{m},26$ de longueur et de $0^{m},013$ de diamètre. Il y avait une difficulté considérable à obtenir un écrou d'une telle longueur parfaitement rectiligne, d'un écartement de filets et d'une dilatation identiques à ceux de la vis. Pour tourner cette difficulté, j'ai employé l'artifice suivant : j'ai formé un écrou par la réunion, sur une même base d'acier, de 10 petits écrous de forme cubique de $0^{m},020$ de côté, séparés l'un de l'autre par un intervalle de $0^{m},005$.

» Ces écrous étaient fendus suivant leur axe, de manière à permettre de faire varier à volonté au moyen d'une vis de pression l'ouverture de leur trou; j'ai vissé ces écrous partiels sur la vis que je me proposais de corriger et, avant de les fixer à la base d'acier, j'ai rodé ensemble les surfaces des écrous qui doivent s'appuyer sur cette base.

» Ayant ainsi composé mon écrou, j'ai fait passer la vis d'un bout à l'autre un très grand nombre de fois, en la retournant à chaque nouveau passage, bout pour bout.

» La vis corrigée par le procédé qui vient d'être décrit est actuellement montée sur une machine à diviser qui sert au tracé des réseaux sur verre argenté, destinés à la Carte photographique du Ciel.

» D'après les mesures faites avec des microscopes sur l'une de ces plaques à réseaux par MM. Trépied et Henry, il a été constaté que l'erreur maximum ne dépassait pas $0^{mm},0006$. »

CHIMIE. — *Études quantitatives sur l'action chimique de la lumière.* Deuxième partie : *Réactions sous différentes épaisseurs et avec différentes formes de vases.* Note de M. GEORGES LEMOINE.

« Lorsque la lumière décompose un mélange d'acide oxalique et de chlorure ferrique, elle subit en le traversant une absorption qu'on peut admettre être la même que si l'eau remplaçait l'acide oxalique. En effet, devant deux vases identiques contenant le réactif, plaçons deux cuves de 25^{mm}, l'une avec de l'eau, l'autre avec de l'acide oxalique : les décompositions seront les mêmes. Il suffit donc de mesurer les absorptions du chlorure ferrique.

» *Calcul des quantités de réactif décomposées pour différentes épaisseurs.* — Soit une courbe $i = f(l)$ donnant les proportions de lumière transmises pour différentes épaisseurs l. Dans une couche très mince dl, le poids de réactif décomposé est proportionnel à l'intensité lumineuse i : il peut donc se représenter par un petit rectangle $mm'nn'$ dont la surface est $i\,dl$. On voit ainsi que le poids total de réactif décomposé dans un rectangle d'épaisseur l pendant un temps très court est proportionnel à la surface de la courbe $i = f(l)$. En d'autres termes, on l'obtiendra par une intégration.

» On n'a ainsi qu'une première approximation pour deux raisons qu'on trouvera discutées dans mon Mémoire et qui, en fait, n'ont pour les résultats qu'une importance secondaire. D'abord, dans notre mélange il peut y avoir partage des deux acides, et l'on suppose implicitement que le chlorure ferrique et l'oxalate ferrique (qui ont la même teinte) ont le même pouvoir absorbant. D'autre part, outre l'absorption physique, il peut y avoir une autre absorption correspondant au travail moléculaire de décomposition que *produit* ou *excite* la lumière : il faudrait alors, au lieu de la courbe i, prendre une autre courbe, un peu au-dessous, exprimant l'absorption totale. Mais la différence est faible. On va voir en effet que les décompositions observées sont à peu près égales aux décompositions calculées sans attribuer aux radiations lumineuses aucune dépense spéciale d'énergie en dehors de l'absorption physique.

» *Résultats des expériences dans les premiers temps de la réaction.* — I. Pour les cuves *rectangulaires* on part des formules de transmission du chlorure ferrique $\frac{1}{2}$ normal avec un ciel bien pur dans la belle saison (*Comptes rendus*, 27 avril 1891, p. 939). La décomposition du mélange optiquement équivalent, de chlorure normal et d'acide oxalique normal, en sera l'intégrale, d'après les relations

$$i = na^l + n'a'^l + \ldots,$$
$$S = \int_0^l i\,dl = \frac{na^l}{\mathrm{L}a} + \frac{n'a'^l}{\mathrm{L}a'} + \ldots - \frac{n}{\mathrm{L}a} - \frac{n'}{\mathrm{L}a'} - \ldots.$$

» II. Les tubes *circulaires* peuvent être décomposés en petits rectangles à chacun desquels s'applique le calcul précédent : cela revient à une intégrale double.

» L'expérience ne peut donner que des mesures comparatives : nous devrons donc considérer comme égale à l'unité la décomposition effectuée pour l'une des épaisseurs considérées. Voici quelques spécimens :

Épaisseur des rectangles ou diamètre des cercles.	Décomposition totale $S = \int_0^l i\,dl$.	Décomposition moyenne pour 1^{mmq} $s = \frac{1}{l}\int_0^l i\,dl$.	Rapports entre les décompositions moyennes. Théorie.	Expérience.	
		Rectangles : lumière blanche.			
1mm	0,1408	0,1408	2,76	2,8	Dix expériences donnent de 2,68 à 3,00
4	0,2041	0,0510	1	1	
65	0,5925	0,0091	0,18	0,15	
		Rectangles : lumière bleue.			
1	0,0915	0,0915	3,21	3,44 3,32	Réaction très rapide
4	0,1141	0,0285	1	1	
		Rectangles : lumière jaune.			
1	0,9417	0,9417	1,09	1,16 1,12 1,08	Réaction très lente
4	3,4730	0,8658	1	1	
		Cercles : lumière blanche.			
6	1,246	0,0441	1,82	1,56 1,85	
14	3,732	0,0242	1	1	
27	9,368	0,0164	0,68	0,80 0,67	

» III. Les différences pour les deux extrémités du spectre se conçoivent très bien. Avec le jaune, qui est la couleur de notre réactif, l'absorption est presque nulle : le rapport entre les décompositions moyennes est donc très rapproché de 1. Avec le bleu, l'absorption se fait dès les premières couches, qui seules sont décomposées énergiquement : dès lors, si d'une cuve de 1^m on passe à une cuve de 4^m, l'épaisseur ajoutée n'accroîtra presque en rien la décomposition totale : donc le rapport des décompositions moyennes se rapprochera de 4.

» *Vitesse de la réaction : théorie et expériences.* — A mesure que la décomposition s'avance, sa vitesse varie pour deux causes agissant en sens inverse : 1° la diminution de la teneur en matière décomposable; 2° le changement de transparence qui en résulte, puisque le chlorure ferrique, coloré, est remplacé par du chlorure ferreux presque incolore. Si ce changement physique n'avait pas lieu, la décomposition dy, dans le temps dt, serait proportionnelle au poids $(p-y)$ de matière décomposable existant actuellement et à l'intensité moyenne s de la lumière dans le vase considéré, soit, en appelant K' une constante,

$$\frac{dy}{dt} = K' s(p-y). \tag{1}$$

» Pour apprécier le changement de transparence, représentons graphiquement les valeurs de s (toutes connues par nos formules) pour les différentes dilutions de notre réactif : $s = \varphi(p)$. A mesure que p se change en $(p-y)$, il faut, dans (1), prendre pour s une valeur nouvelle. En pratique, on peut, dans un certain intervalle, remplacer la courbe $s = \varphi(p)$ par un arc d'hyperbole, tel que $\frac{a}{b+(p-y)}$, d'où la formule suivante, qui peut s'intégrer par décomposition en fractions rationnelles

$$\frac{dy}{dt} = K'(p-y)\frac{a}{b+(p-y)} = K\frac{p-y}{b+(p-y)}.$$

» Comme tout est comparatif, on se donne la durée t de l'une des observations, et l'on y rapporte les autres. Voici quelques spécimens pour la lumière blanche et les liquides normaux, pendant de belles journées :

Rectangle de 1^m..... $Kt = 5,396\left[0,8802\frac{y}{p} - \log\left(1-\frac{y}{p}\right)\right]$,

Rectangle de 4^m..... $Kt = 8,415\left[1,8958\frac{y}{p} - \log\left(1-\frac{y}{p}\right)\right]$,

Cercle de 14^m....... $Kt = 21,157\left[1,5190\frac{y}{p} - \log\left(1-\frac{y}{v}\right)\right]$.

Rectangle de 1^m. Dosage de FeCl.			Rectangle de 4^m. Dosage de FeCl.			Cercle de 14^m. Mesure du gaz dégagé : $p = 239^{cc}$.		
$\frac{y}{p}$.	Expérience.	Théorie.	$\frac{y}{p}$.	Expérience.	Théorie.	y (gaz).	Expérience.	Théorie.
0,452	$t = 12^{min}$	$t = 10,5^{min}$	0,22	$t = 20^{min}$	$t = 21^{min}$	63^{cc}	$t = 48^{min}$	$t = 46^{min}$
0,744	20	20 donnée	0,32	31	31 donnée	82	60	61
0,935	30	32	0,40	40	40	110	84	84 donnée
»	»	»	0,50	50	50,5	120	91	93
»	»	»	0,66	69	69	142	113	112

CHIMIE. — *Sur quelques composés formés par le chlorure mercurique.* Note de M. G. André.

« Je réunis dans cette Note l'étude d'un nouveau sel double formé par le chlorure mercurique et celle des combinaisons de ce même chlorure avec l'aniline et la benzylamine.

» I. J'ai réussi à préparer certains chlorures doubles ammoniacaux de zinc et de mercure en dissolvant dans le chlorure d'ammonium, soit les deux oxydes, soit un oxyde et un chlorure.

» Je dissous à chaud de l'oxyde de zinc dans une solution concentrée de sel ammoniac, et j'ajoute peu à peu à l'ébullition du chlorure mercurique à refus. Après refroidissement, la masse cristalline est égouttée sur du papier. Elle représente un chlorure double ammoniacal de zinc et de mercure, de composition assez constante :

$$4ZnCl^2.HgCl^2.10AzH^3 + 2H^2O \ (^1).$$

Il semble que chaque chlorure ait conservé dans le sel double son type primitif de chlorure ammoniacal. En effet, le chlorure de zinc ammoniacal qu'on obtient par dissolution de l'oxyde dans le sel ammoniac, ou celui qu'on prépare par dissolution du chlorure de zinc dans l'ammoniaque, contiennent, tous deux, pour une molécule de chlorure, deux molécules d'ammoniaque. Il en est de même du chlorure ammoniacal de mercure, dont j'ai parlé dans une Note précédente et dont la formule est

$$HgCl^2.2AzH^3.$$

---

(1) Calculé... Cl = 34,77; Zn = 25,46; Hg = 19.58; Az = 13,71
Trouvé... Cl = 34,59; Zn = 24,70-24,92; Hg = 19,28; Az = 13,91

Dans le sel double que je viens de décrire, il existe bien 10 molécules d'ammoniaque pour 5 molécules des chlorures. Ce sel, chauffé dans un petit tube, dégage de l'eau, fond et donne un sublimé blanc avec dégagement d'ammoniaque. L'eau bouillante ne le dissout pas, mais le décompose en donnant un corps amorphe, mélange d'oxychlorure de zinc et de chlorure d'oxydimercuriammonium. Il se dissout aisément dans l'acide chlorhydrique.

» II. On obtient un chlorure double, de formule analogue, en dissolvant simultanément 20^{gr} d'oxyde de zinc et 20^{gr} d'oxyde jaune de mercure dans une solution bouillante contenant 100^{gr} de sel ammoniac. La dissolution de ce dernier oxyde est assez lente et exige une bonne ébullition. Le composé cristallin déposé par refroidissement est séché sur du papier. Il répond à la formule $2ZnCl^2.HgCl^2.6AzH^3 + \frac{1}{2}H^2O$ (1). Il se conduit comme le précédent dont il possède, comme on voit, le même type de formule.

» III. L'aniline agit sur le chlorure mercurique en donnant, comme l'ammoniaque, deux sortes de composés : 1° un composé d'addition bien connu : $(C^6H^5AzH^2)^2.HgCl^2$, et 2° un composé de substitution

$$C^6H^5AzH.HgCl$$

décrit par Forster (*Berichte*, t. VII, p. 294). On peut facilement préparer un autre composé d'addition en agitant à froid 1^{mol} de sublimé dissous dans l'eau avec 2^{mol} d'aniline. On filtre, on lave le précipité blanc et on le sèche à 110°. Sa formule est $C^6H^5AzH^2.HgCl^2$ (2). Si l'on mélange à froid des solutions aqueuses de sublimé et d'aniline avec excès d'aniline, il se précipite, par un contact prolongé, des corps qui, lavés à l'eau et séchés à 110°, donnent à l'analyse un excès de mercure par rapport au chlore, excès dû probablement à de l'oxyde. Car ces composés, chauffés dans un petit tube, dégagent un peu d'eau. On n'arrive pas à un meilleur résultat avec des solutions alcooliques bouillantes.

» J'ai préparé un composé de substitution, différent de celui signalé plus haut, en versant peu à peu dans une solution bouillante d'aniline (8 molécules) 1 molécule de sublimé. Le corps jaunâtre qui se précipite

(1) Calculé... Cl = 32,56; Hg = 30,58; Zn = 19,87; Az = 12,84
Trouvé... Cl = 32,42; Hg = 30,19; Zn = 20,30; Az = 12,70

(2) Calculé... C = 19,79; H = 1,92; Cl = 19,50; Hg = 54,94; Az = 3,85
Trouvé... C = 19,24; H = 2,07; Cl = 19,34; Hg = 55,15; Az = 3,50

a été lavé et séché à 110°; il répond à la formule

$$5C^6H^5.AzH.HgCl + 2HgCl^2 \quad (^1).$$

Ce corps qui représente une combinaison de chlorure mercurique avec le corps substitué est l'analogue du composé $AzH^2.HgCl + HgCl^2$ obtenu par Millon dans l'action de l'ammoniaque sur un grand excès de sublimé. Il est très stable; en effet, chauffé avec de l'alcool ou avec de l'eau pendant plusieurs heures, il n'abandonne pas de chlorure mercurique, mais se transforme seulement dans le composé

$$3C^6H^5AzH.HgCl + 2HgCl^2 \quad (^2).$$

Je n'ai pas réussi à préparer uniquement un composé de substitution tel que celui indiqué par Forster, et j'ai toujours obtenu, dans les différentes opérations que j'ai effectuées, les deux composés susindiqués.

» IV. Avec la benzylamine les résultats sont plus nets; la présence de AzH^2 dans la chaîne latérale rapprochant ce corps de l'ammoniaque ou des amines grasses, lesquelles donnent si facilement, avec $HgCl^2$, des composés d'addition et de substitution.

» On obtient un composé d'addition en faisant bouillir un excès de sublimé (4 molécules) et ajoutant peu à peu 1 molécule de benzylamine dissoute. Le précipité blanc formé a été chauffé avec de l'eau plusieurs fois et finalement séché à 110°. Il répond à la formule

$$C^6H^5.CH^2.AzH^2.HgCl^2 \quad (^3).$$

On obtient encore ce même composé en chauffant à l'ébullition 1 molécule de sublimé avec 2 molécules de benzylamine, les deux corps étant en solution alcoolique.

» Quant au composé de substitution, on le prépare en versant dans 4 molécules de benzylamine, en solution aqueuse bouillante, 1 molécule de chlorure mercurique. Il faut ensuite faire bouillir pendant longtemps le précipité blanc avec de l'alcool, puis le sécher à 110°. Sans cette précau-

---

(1)	Calculé ...	C = 16,51;	H = 1,38;	Cl = 14,66;	Hg = 64,24;	Az = 3,21
	Trouvé ...	C = 16,31;	H = 1,47;	Cl = 15,05;	Hg = 64,38;	Az = 2,64
(2)	Calculé ...	C = 14,17;	H = 1,18;	Az = 2,75;	Hg = 65,60;	Cl = 16,30
	Trouvé ...	C = 14,33;	H = 1,38;	Az = 2,74;	Hg = 65,31;	Cl = 16,47
(3)	Calculé ...	C = 22,22;	H = 2,39;	Az = 3,70;	Hg = 52,91;	Cl = 18,78
	Trouvé ...	C = 22,05;	H = 2,45;	Az = 3,88;	Hg = 53,36;	Cl = 18,43

tion, le composé renfermerait un excès de mercure, peut-être à l'état d'oxyde combiné. Sa formule est

$$C^6H^5.CH^2.AzH.HgCl \quad ([1]).$$

Il est insoluble dans l'eau bouillante, tandis que le composé d'addition s'y dissout bien. »

CHIMIE. — *Énoncé d'une loi générale déterminant, en fonction simple de la constitution chimique des corps, les températures de leurs changements d'état sous toutes les pressions.* Note de M. G. **Hinrichs**.

« Les composés linéaires normaux, comme les paraffines, les alcools, les acides, ont une forme atomique à peu près prismatique. Tous les autres composés sont référables à ceux-là, ou par substitution ou par isomérie. Il y a une vingtaine d'années déjà, j'ai montré comment les changements d'état des composés isomériques et de substitution sont déterminés en mécanique moléculaire (*Comptes rendus* de 1873 et de 1875). Reste donc à trouver les lois fondamentales pour les composés prismatiques.

» La température t d'ébullition d'un composé prismatique est une somme de deux fonctions distinctes

$$(1) \qquad t = y_1 + y_2$$

où

$$(2) \qquad y_1 = k_1(\log a - \log \alpha_1)$$

et

$$(3) \qquad y_2 = k_2(\log \alpha_2 - \log a)^2.$$

» Les α_1 et α_2 représentent des valeurs définies du poids atomique a, k_1 et k_2 sont des constantes.

» Pour toute valeur du poids atomique a excédant α_2, (1) se réduit à $t = y_1$, dont l'expression (2) détermine en fonction de $x = \log a$ la *ligne droite* de y_1 que j'appelle la *limite logarithmique*. Pour toute valeur inférieure

([1]) Calculé... $C = 24,60$; $H = 2,35$; $Az = 4,10$; $Hg = 58,56$; $Cl = 10,39$
Trouvé... $C = 24,32$; $H = 2,50$; $Az = 4,08$; $Hg = 58,90$; $Cl = 10,23$

à α_2 il faut ajouter à la valeur y_1 l'ordonnée *parabolique* y_2 déterminée par (3). La courbe des points d'ébullition pour une série homologue de forme atomique prismatique se compose donc d'un arc parabolique (3) tangent à la limite logarithmique (2) au point déterminé par $a = \alpha_2$. La valeur k_1 détermine l'inclinaison de la limite logarithmique et j'appelle k_2 le *paramètre* de l'arc parabolique.

» Tous les composés dérivables par substitution terminale des paraffines normales n'ont qu'une seule limite logarithmique donnée par

$$k_1 = 583^\circ,75 \qquad \text{et} \qquad \alpha_1 = 72,78,$$

la pression étant 760mm. De plus, chaque série homologue comprise dans ce grand nombre de composés est complètement représentée par les valeurs spéciales des deux constantes α_2 et k_2. Par exemple, les trente-cinq paraffines normales C_nH_{2n+2} sont représentées par $\alpha_2 = 201^\circ$ et $k_2 = 200^\circ$. Pour les monamines, on trouve toutes les valeurs 278° et 225°, et ainsi de suite. De plus, ces constantes sont fonction de l'atome ou du radical formant la tête substituante de l'atome prismatique général.

» Si l'on adopte un troisième axe de coordonnées pour $\log p = z$, où p est la pression des vapeurs saturées, les valeurs des constantes citées de (1) à (3) appartiennent au plan XY déterminé par la valeur $z = \log 760$. Pour le plan XY passant par $z = \log 15$, la limite logarithmique (1) est déterminée par $k_1 = 517^\circ,0$ et $\alpha_1 = 113^\circ,81$. On voit qu'elle fait un angle moins grand avec l'axe des X et s'est déplacée du côté droit. La *surface limite logarithmique* de tous ces composés pour toutes pressions est le paraboloïde hyperbolique déterminé par les limites dans les plans de 15mm et 760mm.

» Pour un liquide quelconque, la température absolue T d'ébullition sous pression p (en atmosphères) est déterminée par la même loi générale un peu spécialisée, comme il suit :

$$T = Y_1 + Y_2, \tag{4}$$

où

$$Y_1 = K_1(1,4 + \log p) \tag{5}$$

et

$$Y_2 = K_2(\log \pi - \log p)^2. \tag{6}$$

» Les limites logarithmiques (5) de tous les liquides passent par le même point de zéro *absolu*, déterminé par

$$T = 0 = -273 \qquad \text{et} \qquad \log p = -1,4.$$

Pour chaque liquide, cette limite s'étend supérieurement jusqu'au point critique $p = \pi$ et $T = \theta$. Pour beaucoup de composés, ce point peut se calculer d'après la composition chimique, ainsi que la valeur du paramètre K_2. On comprend que la courbe parabolique est tangente à la limite logarithmique au point critique.

» Il va sans dire que la même loi est applicable aux tensions de dissociation et même à la solubilité des solides dans les liquides.

» Les températures de fusion s'obtiennent simplement en changeant un signe dans (1), ou

$$(7) \qquad t = y_1 - y_2,$$

ce qui place la courbe parabolique au-dessous de la limite logarithmique.

» Un des résultats les plus remarquables de cette recherche est la détermination mécanique de la position vraie des atomes de carbone dans les séries organiques et l'explication complète de la différence du point de fusion des composés contenant un nombre pair ou impair de carbone.

» En posant $\log a = x$, $\log p = z$ et, de même, $\log \alpha = \xi$ et $\log \pi = \zeta$, les formules (1) à (7) deviennent

$$(8) \qquad t = y_1 \pm y_2, \qquad y_1 = k_1(x - \xi), \qquad y_2 = k_2(\xi_2 - x)^2,$$
$$(9) \qquad T = Y_1 + Y_2, \qquad Y_1 = K_1(z - \zeta_1), \qquad Y_2 = K_2(\zeta - z)^2.$$

Ces formules font voir toute la simplicité des lois énoncées, et aussi déterminent les surfaces résultantes par les coordonnées x, z et $y = t = T$ en général. »

CHIMIE. — *Sur le séléniure de bore.* Note de M. **Paul Sabatier.**

« On n'avait jamais, jusqu'à présent, obtenu de combinaison du sélénium avec le bore. Je suis parvenu à préparer le séléniure de bore en faisant arriver des vapeurs de sélénium sur le bore amorphe chauffé au rouge. On opère plus régulièrement en se servant d'un courant d'hydrogène sélénié

bien sec, qu'on dirige lentement sur le bore maintenu au bon rouge dans un tube en verre de Bohême.

» Le bore brun noirâtre est *entièrement* transformé en séléniure gris jaunâtre ne présentant aucune trace de fusion ([1]). Au delà de la nacelle qui contient la matière, les parois du tube sont tapissées d'un mince dépôt pulvérulent de séléniure borique jaune clair où apparaissent, un peu plus loin, de fines gouttelettes de sélénium vitreux, puis du sélénium rouge écarlate pulvérulent.

» Le séléniure de bore est donc moins fusible et moins volatil que le sulfure.

» Au contact de l'eau, il réagit vivement en donnant un dégagement tumultueux d'hydrogène sélénié; il apparaît en même temps une certaine dose de sélénium rouge pulvérulent, mis en liberté.

» Le séléniure jaune, condensé sur les parois du tube, est détruit par l'eau sans dépôt de sélénium, et donne seulement de l'acide borique et de l'hydrogène sélénié, dont la dissolution, d'abord limpide et incolore, ne tarde pas à s'oxyder en se remplissant de sélénium rouge.

» Le séléniure de bore dégage une odeur extrêmement irritante et pénible, due visiblement à l'acide sélénhydrique que l'humidité de l'air fait apparaître.

» L'action de l'eau sur le séléniure jaune montre que sa composition est comparable à celle du sulfure ou de l'anhydride borique, et se trouve représentée par la formule B^2Se^3. Une analyse rapide de la matière grise m'a conduit à un résultat semblable. Je poursuis en ce moment des recherches sur la chaleur de formation de ce composé, ainsi que sur le tellurure de bore. »

CHIMIE. — *Sur l'action de l'acide iodhydrique sur le bromure de bore.* Note de M. **A Besson**, présentée par M. Troost.

« L'acide iodhydrique sec sans action sur le bromure de bore BBr^3 à la température ordinaire donne, à une température plus élevée, trois produits de substitution :

$$BBr^2I,\ BBrI^2,\ BI^3.$$

([1]) Cette absence de fusion favorise la transformation totale de la matière ; on a vu dans ma précédente Communication (même Tome, p. 862), qu'il n'en est pas ainsi pour le sulfure.

» On dirige à travers un tube de verre chauffé à une température voisine de 300°-400° un courant de gaz iodhydrique entraînant des vapeurs de bromure de bore et l'on répète cette opération à plusieurs reprises avec les parties les plus volatiles du produit recueilli. Le liquide obtenu, fortement coloré par de l'iode, est mis à digérer avec du mercure, puis l'on sépare par des distillations le bromure inaltéré qui se trouve en majeure partie.

» Le rendement est très mauvais et, malgré plusieurs opérations successives, qui ont porté sur près de 500gr de bromure de bore, la quantité de produit substitué a été si petite qu'il n'a pu être soumis qu'à deux fractionnements, ce qui n'a pas permis d'isoler les bromoiodures à l'état de pureté complète; l'iodure de bore se sépare facilement des produits qui précèdent. Les essais tentés pour obtenir un meilleur rendement ont été nombreux; au rouge vif la substitution est nulle.

» Les bromoiodures, comme l'iodure de bore, se colorent rapidement à l'air et à la lumière par mise en liberté d'iode; la lumière seule semble incapable de produire cette décomposition. Le mécanisme de cette décomposition paraît être le suivant : l'humidité de l'air met en liberté de l'acide iodhydrique qui, en présence de la lumière et de l'oxygène de l'air, est décomposé avec mise en liberté d'iode. Ils sont décomposés par l'eau avec violence.

» Le bromoiodure BBr^2I est un liquide incolore, qui distille vers 125°.

» Voici une analyse de ce corps : le bore a été dosé à l'état d'acide borique $BO^3,3HO$ en évaporant à une douce chaleur (50°-60°), dans un courant d'air, le produit de la décomposition par l'eau.

	Poids de substance.	Bo pour 100.	Ag Br I pour 100.	Pour 2AgBr + AgI pour 100.	
	0,694	4,26	»	»	
	0,552	»	210,15	Br... 55,03 I.... 43,68	Σ = 98,71
Théorie pour BBr^2I....	»	3,72	»	Br... 53,69 I.... 42,61	Σ = 96,30

» Le bromoiodure $BBrI^2$, liquide incolore, distille vers 180° :

	Poids de substance.	Bo pour 100.	Ag Br I pour 100.	Pour AgBr + 2AgI pour 100.	
	1,038	3,12	»	»	
	0,711	»	192,40	Br... 23,39 I.... 74,27	Σ = 97,66
Théorie pour $BBrI^2$....	»	3,01	»	Br... 23,18 I.... 73,62	Σ = 96,80

» Enfin l'iodure de bore a donné à l'analyse :

	Poids de substance.	B pour 100.	I pour 100.
	1,119	2,53	»
	0,995	»	98,20
Théorie pour BI^3....	»	2,81	97,19

CHIMIE. — *Sur les chromites basiques de magnésie et de zinc et sur le chromite neutre de cadmium.* Note de M. G. **Viard**, présentée par M. Troost.

« Bien qu'on n'ait obtenu, par voie sèche, que des chromites neutres MO, Cr^2O^3, il est facile de préparer des chromites basiques de magnésium et de zinc, tandis que le cadmium, dans des conditions semblables, ne fournit qu'un chromite neutre. Les principales circonstances de formation de ces composés sont : la calcination du chromate, l'action, au rouge sombre, du bichromate de potasse sur l'oxyde, l'action du chromate ou du bichromate de potasse sur le chlorure.

» Quel que soit le mode de préparation, il faut toujours les traiter par l'acide chlorhydrique bouillant pour enlever l'oxyde non combiné qui se trouve mélangé au chromite inattaquable par les acides; on doit ensuite laver et recueillir ces composés par décantation, parce qu'ils passent à travers les filtres lorsqu'ils sont bien lavés.

» Les analyses ont été faites, soit en les fondant avec un mélange de carbonate de soude et de chlorate de potasse, soit en les attaquant par un mélange d'acide nitrique et de chlorate de potasse.

» Chromites de magnésie. — 1° *Calcination du chromate de magnésie.* — La calcination du chromate de magnésie au rouge naissant fournit une poudre brun clair, correspondant à la formule $2MgO, Cr^2O^3$:

	Trouvé.	Calculé pour $2MgO, Cr^2O^3$.
MgO........................	34,53	34,33
Cr^2O^3........................	65,62	65,67

» Si l'on opère la calcination à des températures de plus en plus élevées, des quantités croissantes de magnésie se séparent de la combinaison avec l'oxyde de chrome, jusqu'à une limite $5MgO, 4Cr^2O^3$, que l'on atteint un peu au-dessus de la fusion de l'argent et qui ne se modifie pas quand on élève la température jusqu'au rouge blanc; la teinte seule varie, et, de gris jaune vers la fusion de l'argent, elle passe à très haute

température au vert grisâtre. Voici les analyses de deux produits obtenus à ces deux températures :

	I.	II.	Calculé pour $5MgO, 4Cr^2O^3$.
MgO................	24,52	24,53	24,63
Cr^2O^3...............	75,72	75,42	75,37

» Ce composé $5MgO, 4Cr^2O^3$ prend encore naissance quand on chauffe fortement un mélange de chromate neutre de potasse, de sulfate de magnésie déshydraté et de sulfate de potasse : deux préparations ont donné des produits renfermant respectivement 24,44 et 24,50 pour 100 de magnésie.

» La calcination du chromate double de magnésie et de potasse fournit exactement les mêmes produits que celle du chromate simple dans les mêmes conditions.

» 2° *Action du bichromate de potasse sur la magnésie.* — Elle permet d'obtenir un composé intermédiaire entre les deux précédents. En chauffant au rouge sombre un mélange de magnésie et de bichromate de potasse, il se dégage de l'oxygène et il se forme une poudre brune d'un chromite de magnésie, qui a pour formule

$$3MgO, 2Cr^2O^3,$$

quelles que soient les proportions de bichromate et de magnésie employées.

» Voici les analyses des trois produits obtenus en chauffant respectivement 1 équivalent de magnésie avec 1, 4 et 6 équivalents de bichromate :

	I.	II.	III.	Moyenne.	Calculé pour $3MgO, 2Cr^2O^3$.
MgO...........	28,43	28,15	28,16	28,25	28,17
Cr^2O^3..........	71,25	71,84	71,82	71,63	71,83

» 3° *Action des chromates alcalins sur le chlorure de magnésium.* — Bien qu'en traitant au rouge sombre le chlorure de magnésium, soit par le chromate neutre, soit par le bichromate de potasse, on obtienne des produits voisins de $3MgO, 2Cr^2O^3$ et de $5MgO, 4Cr^2O^3$, je ne crois pas cette réaction susceptible de fournir des composés bien purs, à cause de la facilité avec laquelle l'oxygène mis en liberté attaque le chlorure de magnésium. Or M. Fremy ayant montré que le chlore, agissant au rouge sur les chromates alcalins, fournit Cr^2O^3, on doit craindre, dans ces conditions, d'obtenir un chromite de magnésie plus ou moins mélangé d'oxyde de chrome. C'est, du reste, ainsi que, en faisant passer de la vapeur de MgCl sur du chromate neutre de potasse fortement chauffé, on obtient un produit cristallisé que l'examen microscopique reconnaît être un mélange de lamelles d'oxyde de chrome et d'octaèdres de chromite de magnésie.

» Chromites de zinc. — 1° *Calcination du chromate de zinc.* — Le chromate de zinc se décompose déjà, quoique lentement, à 440°, en fournissant une poudre d'un noir violacé correspondant à la formule $3ZnO, 2Cr^2O^3$.

	Trouvé.	Calculé pour $3ZnO, 2Cr^2O^3$.
ZnO...........	44,03	44,35
Cr^2O^3..........	55,95	55,65

» Si l'on effectue cette calcination à des températures de plus en plus élevées, des quantités croissantes de ZnO se séparent de la combinaison avec l'oxyde de chrome; mais, tant que la température n'est pas très élevée, ce dédoublement ne se fait que lentement. A très haute température, on obtient des produits dont la composition se rapproche de plus en plus de celle du chromite neutre ZnO, Cr^2O^3, mais sans arriver à concorder exactement avec elle : ainsi, après plusieurs heures de chauffe au rouge blanc, la teneur en ZnO était de 36,30, soit 1,60 de plus que ne le comporte la formule ZnO, Cr^2O^3. Ces produits présentent un changement de teinte analogue à celui qu'on observe dans le cas de la magnésie : du gris violacé, ils passent au vert sale quand la température de la calcination atteint le rouge blanc.

» 2° *Action du bichromate de potasse sur l'oxyde de zinc.* — En chauffant au rouge sombre un mélange d'oxyde de zinc et de bichromate, on obtient une poudre d'un brun rougeâtre ayant pour composition $6ZnO, 5Cr^2O^3$, quelles que soient les proportions respectives d'oxyde et de bichromate. Voici les analyses des produits obtenus en chauffant 1 équivalent de ZnO avec 0,8, 1, 2 et 4 équivalents de bichromate.

	I.	II.	III.	IV.	Moyenne.	Calculé pour $6ZnO, 5Cr^2O^3$.
ZnO	38,65	39,42	38,67	39,09	38,96	38,94
Cr^2O^3.....	61,56	60,57	61,77	60,80	61,17	61,06

» 3° *Action du chromate neutre de potasse sur le chlorure de zinc.* — L'action du chromate neutre sur le chlorure de zinc, au-dessous du rouge, fournit des produits dont la composition dépend de la proportion des réactifs employés tant que l'un d'eux n'est pas en notable excès par rapport à l'autre. Suivant que c'est le chromate ou le chlorure qui domine, on obtient soit $6ZnO, 5Cr^2O^3$, soit $3ZnO, 2Cr^2O^3$; avec des proportions intermédiaires, on obtient des produits qui doivent être considérés comme des mélanges des deux chromites précédents. Il en est du moins ainsi quand on effectue cette réaction au-dessous du rouge; car, lorsqu'on fait passer le chlorure en vapeur sur le chromate chauffé au rouge blanc, on obtient, comme je l'ai indiqué (*Comptes rendus,* t. CIX), le chromite neutre en octaèdres réguliers.

» 4° *Action du bichromate de potasse sur le chlorure de zinc.* — Cette action, effectuée au-dessous du rouge, fournit des produits dont la teneur en oxyde de zinc oscille entre 43,40 et 36,23. On doit donc les regarder comme des mélanges de chromite neutre avec les deux chromites basiques précédents.

» La calcination au rouge d'un mélange de chlorure de zinc et de bichromate, indiquée, en 1877, par M. Gerber comme fournissant le chromite neutre, peut donner, en effet, ce composé, mais seulement à la condition que le bichromate soit employé en très notable excès (5 équivalents de bichromate pour 1 équivalent de chlorure).

» Chromite neutre de cadmium. — Le cadmium présente des résultats bien moins complexes que le magnésium et le zinc; il ne fournit qu'une seule combinaison, le chromite neutre CdO, Cr^2O^3.

» 1° *Calcination du chromate de cadmium.* — Le chromate de cadmium, beaucoup plus stable que celui de zinc, n'éprouve aucune décomposition à 440°; il faut le

chauffer au rouge pour le décomposer, et il fournit alors une poudre verte de chromite neutre :

	Trouvé.	Calculé pour $CdOCr^2O^3$.
CdO	45,46	45,56
Cr^2O^3..................	54,20	54,44

» 2° *Action du bichromate de potasse sur l'oxyde de cadmium.* — En chauffant au rouge un mélange de bichromate et d'oxyde, soit au-dessous, soit au-dessus de la fusion de l'argent, on obtient le même composé. Voici les analyses de deux produits obtenus, l'un au-dessous, l'autre au-dessus de la fusion de l'argent :

CdO	46,20	45,10
Cr^2O^3..................	53,85	54,27

» 3° *Action des chromates alcalins sur le chlorure de cadmium.* — Ce n'est qu'en faisant passer le chlorure en vapeurs sur le chromate neutre fortement chauffé qu'on obtient (*Comptes rendus*, t. CIX) le chromite neutre cristallisé. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation de l'érythrate disodique.* Note de M. de Forcrand.

« J'ai décrit récemment [1] des érythrates de potassium et de sodium hydratés et monobasiques qui se forment à froid par l'action de 1 équivalent d'érythrite sur 1 ou 2 équivalents de potasse ou de soude, en dissolution concentrée. L'action de la chaleur change ces corps en érythrates anhydres $C^8H^9KO^8$ et $C^8H^9NaO^8$.

» Dans la préparation de l'érythrate de potassium, j'ai toujours obtenu le même composé en augmentant les proportions de potasse, de 2 à 25 équivalents. Au contraire, avec la soude, j'ai pu préparer plusieurs érythrates nouveaux et polybasiques en employant une quantité de cette base supérieure à 2 équivalents.

» I. *Érythrate disodique.* — Il suffit, pour l'isoler, d'abandonner pendant deux ou trois jours, à l'abri de l'air extérieur et en présence d'acide phosphorique anhydre, un mélange de 1 équivalent d'érythrite et de 3 équivalents de soude, l'une et l'autre en dissolution aqueuse concentrée. On peut aussi dissoudre directement l'érythrite pulvérisée dans une dissolution de soude au maximum de concentration ($0^{gr},425$ de Na par centi-

(1) *Comptes rendus*, t. CXII, p. 484 et 532.

mètre cube) et légèrement chauffée. Il se dépose peu à peu, et plus rapidement dans le second cas, des cristaux groupés en étoiles. On les recueille avant qu'ils aient envahi toute la masse, et on les prive de l'eau-mère au moyen de plaques poreuses de porcelaine. Ils contiennent :

Na pour 100	dosé alcalimétriquement..	19,25
	dosé à l'état de sulfate ...	19,24

» La formule $C^8H^8Na^2O^8$, 8HO correspond à 19,33.

» Ce composé est donc un érythrate disodique hydraté.

» Il perd exactement 8 équivalents d'eau (30,25 pour 100 de son poids) lorsqu'on le chauffe entre 135° et 140° dans un courant d'hydrogène. Le résidu blanc, amorphe, poreux, très hygroscopique, est formé par de l'érythrate disodique parfaitement pur : $C^8H^8Na^2O^8$.

» L'analyse a donné :

Na pour 100	dosé alcalimétriquement..	27,57
	dosé à l'état de sulfate ...	27,52

» La formule $C^8H^8Na^2O^8$ exige 27,71 pour 100.

» Ce corps est le premier alcoolate disodique que l'on ait préparé à l'état de pureté; car j'ai montré précédemment que ni le composé décrit autrefois par Wurtz sous le nom de *glycolalcoolate disodique*, ni le glycérinate disodique que j'ai obtenu moi-même n'ont exactement la composition d'alcoolates bibasiques.

» II. *Érythrate disodique combiné à l'hydrate de soude.* — Si, dans l'expérience précédente, on augmente encore l'excès de soude jusqu'à 5 équivalents, on n'obtient pas une substitution plus complète du sodium à l'hydrogène de l'érythrite. Les cristaux, recueillis et desséchés comme les précédents, donnent à l'analyse les nombres suivants :

Na pour 100	dosé alcalimétriquement....	22,25
	dosé à l'état de sulfate......	22,07
C pour 100	....	11,48
H pour 100	....	6,93

Ces résultats correspondent exactement à la formule

$$C^8H^8Na^2O^8 + 2NaHO^2 + 19HO$$

qui exige

Na....... 22,66 C......... 11,51 H........ 6,95

C'est donc un érythrate disodique combiné à 2 équivalents d'hydrate de soude et à 19 équivalents d'eau. La soude n'y est pas simplement mélangée, ainsi que je m'en suis assuré en faisant l'étude thermique de ce corps.

» Ce composé, chauffé à 135°-140° dans un courant d'hydrogène sec, entre en fusion et perd beaucoup d'eau. Lorsque le poids est devenu constant, la matière est de nouveau solide et la diminution du poids est de 40,96 pour 100, ce qui correspond exactement à 19 équivalents d'eau (41,01 pour 100).

» Le résidu blanc, amorphe, est donc formé par le corps

$$C^8H^8Na^2O^8, 2NaHO^2.$$

Son poids reste ensuite constant, même à 150° et 160°; à une température plus élevée, il se colore et se décompose profondément.

» Les quatre érythrates nouveaux dont je viens d'indiquer la préparation ont donc pour formules

$$C^8H^8Na^2O^8,$$
$$C^8H^8Na^2O^8, 8HO,$$
$$C^8H^8Na^2O^8, 2NaHO^2,$$
$$C^8H^8Na^2O^8, 2NaHO^2, 19HO.$$

» L'analyse du premier ne peut conduire à une autre formule; quant aux trois autres, je me suis assuré, en en faisant l'étude thermique, que ce sont bien aussi des érythrates disodiques et que leur constitution est celle qu'indiquent les formules que je propose.

» III. Il résulte de ces recherches que, tandis qu'on peut remplacer facilement le premier et le second équivalent d'hydrogène alcoolique de l'érythrite par le sodium, les deux autres résistent à cette action, même en présence d'un excès de soude, et ne se prêtent pas à une substitution dans les mêmes conditions. L'excès de base s'ajoute simplement à l'érythrate disodique et refuse d'entrer dans la molécule. Ce fait a une certaine importance en raison de la constitution des alcools polyatomiques supérieurs au glycol et, en particulier, de l'érythrite, où se trouvent réunies quatre fonctions alcooliques dont deux sont primaires et deux secondaires. Déjà, en étudiant les glycérinates polybasiques, j'avais isolé un corps ayant à peu près la composition du glycérinate disodique, mais je n'avais pas pu obtenir la troisième substitution qui correspondrait à la fonction d'alcool secondaire. On est donc conduit à se demander si les alcools secondaires

peuvent former de véritables alcoolates et dans quelles conditions. On sait déjà que les aldéhydes secondaires ne se comportent pas vis-à-vis des bases comme les aldéhydes primaires. Il y aurait intérêt à rechercher si ces différences sont du même ordre et quelle est exactement leur nature. J'ai entrepris dans ce but des expériences encore inachevées sur l'alcool isopropylique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Discussion des expériences de Biot relatives aux dissolutions dans l'eau de l'acide tartrique en présence de la potasse ou de la soude*. Note de M. **Aignan**.

« Pour étudier à l'aide du polarimètre les combinaisons susceptibles de se former dans les dissolutions de substances actives, Biot déduisait, de l'observation de la rotation ω imprimée au plan de polarisation d'un rayon lumineux par une colonne de liquide de longueur l, la quantité

$$(\omega) = \frac{M\omega}{Pl\delta},$$

M désignant la masse de dissolution contenant un poids P de corps actif et δ étant le poids spécifique de la dissolution. Ayant représenté graphiquement les résultats de ses mesures, il trouva que la ligne représentative des valeurs de (ω) pour les dissolutions d'acide tartrique dans l'eau, au lieu de deux droites se coupant que l'on pouvait attendre *a priori*, représentait une hyperbole équilatère. Ce résultat conduisit Biot à admettre qu'il se formait, dans la dissolution examinée, des combinaisons en proportion continûment variables. Je crois pouvoir établir qu'on peut donner, de ce résultat et des résultats analogues que peuvent présenter les autres dissolutions, une interprétation différente en admettant que les dissolutions sont le siège de phénomènes de dissociation.

» Biot examina ensuite les dissolutions de l'acide tartrique dans l'eau, en présence de la potasse ou de la soude (¹). En appliquant ma théorie au cas présenté par ces dernières dissolutions, je trouve que la ligne représentative des valeurs de (ω) doit, ainsi d'ailleurs que celle de ω, présenter, au lieu des deux droites qu'indique la théorie de Biot, des arcs de courbe se coupant en des points anguleux. Biot, qui avait multiplié les

(¹) *Mémoires de l'Institut de France*, t. XVI.

mesures quand il s'agissait de la dissolution de l'acide tartrique dans l'eau ou dans l'alcool, en fit seulement un petit nombre pour les dissolutions d'une même série dans ce nouveau travail. Persuadé, sans doute, que les phénomènes devaient être analogues dans les deux cas, il ne détermina, dans chaque série d'expériences, les valeurs de $(\omega) = \frac{M\omega}{Pl\delta}$ que pour cinq ou six liqueurs au plus ; et, comme les nombres obtenus variaient régulièrement, il en conclut que, cette fois encore, il se produisait, dans la dissolution, des *combinaisons en proportions continûment variables.*

» Pour me permettre de vérifier mes conjectures à ce sujet, les résultats de Biot n'étaient pas suffisamment nombreux et je me suis proposé de les compléter. Cette étude était particulièrement intéressante, car je pouvais soupçonner d'avance la position d'au moins deux points anguleux. Comme l'acide tartrique forme, avec la potasse et la soude : 1° un bitartrate; 2° un tartrate neutre, on prévoit, en effet, que les dissolutions qui, pour un poids invariable ($150^{gr} = 1$ équivalent) d'acide tartrique, contiendront des poids de soude graduellement croissants à partir de zéro, présenteront des points anguleux correspondant : 1° à 1 équivalent; 2° à 2 équivalents de soude.

» Les dissolutions que j'ai préparées contenaient toutes, pour une masse $M = 4000^{gr}$, 1 équivalent $= 150^{gr}$ d'acide tartrique et des poids de soude variant de 0 à $\frac{22}{5}$ d'équivalent. Ces dissolutions ont été examinées à la température de 14°, dans un tube ayant une longueur de $0^{m},50$, et elles m'ont fourni les résultats suivants :

Quantité de soude.	Rotation ω_D.	Densité δ.	$[\omega] = \frac{M\omega}{Pl\delta}$.	Quantité de soude.	Rotation ω_D.	Densité δ.	$[\omega] = \frac{M\omega}{Pl\delta}$.
0	+2°,36′	1,0172	13,66	$\frac{11}{5}$ d'éq...	+7°,43′	1,0361	39,69
$\frac{1}{5}$ d'éq....	3,4	1,0189	16,05	$\frac{12}{5}$ » ..	7,42	1,0380	39,56
» ...	»	»	»	$\frac{13}{5}$ » ..	7,42	1,0406	39,46
$\frac{3}{5}$ » ...	4,4	1,0221	21,22	$\frac{14}{5}$ » ..	7,41	1,0428	39,30
$\frac{4}{5}$ » ...	4,37	1,0237	24,02	$\frac{15}{5}$ = 3 éq.	7,43	1,0450	39,30
$\frac{5}{5}$ = 1 éq.	5,12	1,0254	27,05	$\frac{16}{5}$ » .	7,44	1,0472	39,38
$\frac{6}{5}$ » .	5,41	1,0271	29,51	» .	»	»	»
$\frac{7}{5}$ » .	6,9	1,0288	31,88	$\frac{18}{5}$ » .	7,41	1,0516	38,97
$\frac{8}{5}$ » .	6,37	1,0305	34,24	» .	»	»	»
$\frac{9}{5}$ » .	7,4	1,0322	36,51	$\frac{20}{5}$ = 4 éq.	7,41	1,0559	38,81
$\frac{10}{5}$ = 2 éq.	7,30	1,0339	39,20	» .	»	»	»
$\frac{10,5}{5}$ » .	7,40	1,0350	39,51	$\frac{22}{5}$ » .	7,42	1,0599	38,75

» Sur la représentation graphique de ces résultats, on peut faire les remarques suivantes :

» 1° Pour des poids de soude variant de 0 à 1 équivalent, (ω) est représenté par un arc de courbe s'écartant peu d'une droite ; cette courbe tourne sa convexité vers l'axe des x (sur lequel sont portés en abscisses les poids de soude) ;

» 2° Pour des quantités de soude comprises entre 1 et 2 équivalents, (ω) est représenté par une droite. Cette droite coupe le premier arc de courbe sous un angle très ouvert; cependant, pour faire disparaître cet angle, il faudrait admettre, pour la valeur de (ω) qui correspond au sommet, une erreur de $\frac{33}{100}$, qui n'a pu être commise. Ce point anguleux indique la formation du bitartrate de soude.

» 3° De 2 équivalents à 3 équivalents de soude, l'allure de la courbe est toute différente. Le nouvel arc coupe nettement le précédent, ainsi que le faisait prévoir ma théorie, au point qui correspond à la formation du tartrate neutre. De plus, cet arc montre que (ω) atteint une valeur maximum pour $\frac{11}{5}$ d'équivalent de soude environ, puis (ω) décroît lentement.

» 4° Enfin, pour 3 équivalents de soude, on trouve un nouveau point anguleux, ce qui indiquerait la combinaison d'un troisième équivalent de soude à 1 équivalent d'acide tartrique. A partir de là, après avoir augmenté de nouveau légèrement, (ω) décroît lentement et paraît tendre vers une valeur limite, au moins dans les conditions de dilution et de température où je me suis placé.

» L'existence de cette troisième combinaison pouvait être prévue. En effet, M. Berthelot a trouvé que l'addition à l'acide tartrique dissous d'un troisième équivalent de soude dégageait $0^{Cal},3$. On pouvait admettre qu'il se formait ainsi un véritable alcoolate, la soude s'unissant à un groupe alcool de l'acide tartrique. Il résulte de mes observations que ce composé serait partiellement dissocié en dissolution.

» Une interprétation identique à celle que je viens de donner des expériences de Biot peut s'appliquer à la belle série d'observations dont M. Gernez a enrichi l'étude des dissolutions de substances actives et elle conduit à des résultats analogues. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Formation d'acide diméthylacrylique dans la préparation des acides amidés de l'acide isovalérique.* Note de M. E. **Duvillier**, présentée par M. Friedel.

« Dans le cours de mes recherches sur les acides amidés, l'acide isovalérique m'a toujours donné des rendements moins satisfaisants que les acides acétique, propionique, butyrique normal et caproïque normal. Ayant constaté la formation d'une très notable quantité d'acide diméthylacrylique (¹) dans l'action de la triméthylamine sur l'éther bromoisovalérique, j'ai pensé que les rendements plus faibles, que j'avais obtenus en préparant les acides amidés de l'acide isovalérique, devaient tenir à la formation simultanée d'acide diméthylacrylique, qui avait échappé jusque-là, sans doute à cause de la volatilité de cet acide.

» Pour préparer les acides amidés de l'acide isovalérique, j'ai suivi la méthode ordinaire, qui consiste à faire réagir l'acide bromoisovalérique sur une ammoniaque. Mais, après avoir décomposé par la baryte les sels ammoniacaux, chassé l'ammoniaque par l'ébullition et précipité la baryte par l'acide sulfurique, au lieu de mettre l'acide amidé en liberté, par l'oxyde d'argent, j'ai soumis *au préalable* le liquide à la distillation. J'ai recueilli un produit acide, qui, après saturation par la soude, évaporation à sec et traitement par l'acide sulfurique, fournit, en quantité notable, un acide huileux, très peu soluble dans l'eau, distillant de 175° à 195°, absorbant le brome et l'iode, et cristallisant en partie.

» Les cristaux ont la composition et les propriétés de l'acide diméthylacrylique.

» J'ajouterai que, dans les mêmes conditions, l'action des ammoniaques sur les acides α-bromés normaux ne m'a pas fourni d'acides non saturés, ou du moins, s'il s'en est formé, il ne s'en est formé que des traces.

» La formation d'acide diméthylacrylique comme produit secondaire des acides amidés de l'acide isovalérique doit tenir à la nature même de l'acide isovalérique, car nous venons de constater, M. Chancel et moi, que l'action de l'ammoniaque sur l'acide bromoisobutyrique, qui a une constitution analogue à celle de l'acide bromoisovalérique, donne aussi un acide non

(¹) *Bulletin de la Société chimique de Paris*, 3ᵉ série, t. III, p. 507; 1890.

saturé, très probablement l'acide méthacrylique. Nous poursuivons cette étude. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Méthylcyanosuccinate de méthyle; éther méthyléthényltricarbonique.* Note de M. L. Barthe, présentée par M. Friedel.

« Dans une Communication antérieure (1), j'ai montré qu'en traitant du sodocyanacétate de méthyle par du monochloracétate de méthyle, on obtient du cyanosuccinate de méthyle et, par réaction secondaire, du cyanotricarballylate de méthyle, ce dernier en magnifiques cristaux.

» Comme son homologue supérieur, l'éther éthylique, le cyanosuccinate de méthyle se prête aux substitutions et m'a permis de préparer un certain nombre de dérivés alcoylés.

» *Méthylcyanosuccinate de méthyle* $CH^3.C\begin{smallmatrix}\diagup CAz \\ —CO^2CH^3 \\ | \\ CH^2.CO^2CH^3\end{smallmatrix}$. — A 20^{gr} de cyanosuccinate de méthyle dissous dans 60^{gr} d'alcool méthylique, on ajoute une solution de $2^{gr},38$ de sodium dans 100^{gr} d'alcool méthylique. Le mélange, additionné de $16^{gr},60$ d'iodure de méthyle rectifié à 43°, est chauffé au bain-marie dans un ballon muni d'un réfrigérant ascendant, pendant cinq heures. La température ne doit pas dépasser 70°-75°. La réaction du mélange étant neutre au tournesol, on filtre pour séparer l'iodure de sodium qui s'est précipité, et on distille l'alcool. Le résidu, additionné d'eau, a laissé déposer une huile rougeâtre qui a été reprise par l'éther. La solution éthérée, mise à digérer sur du chlorure de calcium, a été ensuite distillée au bain-marie d'abord, et ensuite au bain d'huile dans le vide relatif. Sous une pression de $0^m,06$, de 195°-200°, on a recueilli un liquide huileux, incolore, homogène, qui, rectifié et soumis à l'analyse, a donné des chiffres qui conduisent à la formule $C^8H^{11}AzO^4$. Ce composé est le méthylcyanosuccinate de méthyle, qui se forme en vertu de la réaction suivante :

$$\begin{matrix} \diagup CAz \\ CNa—CO^2CH^3 \\ CH^2.CO^2CH^3 \end{matrix} + CH^3I = CH_3.\begin{matrix} \diagup CAz \\ C—CO^2CH^3 \\ | \\ CH^2.CO^2CH^3 \end{matrix} + NaI.$$

(1) *Comptes rendus*, t. CXI, p. 342-343.

» J'ai déjà obtenu le même produit en cherchant à préparer, dans des conditions particulières, le méthylcyanosuccinate d'éthyle

$$\begin{array}{l} \quad\diagup CAz \\ CH^3.C—CO^2C^2H^5 . \\ \quad| \\ \quad CH^2.CO^2C^2H^5 \end{array}$$

En effet, si l'on vient à produire du cyanosuccinate d'éthyle sodé, en mélangeant de l'éther cyanosuccinique à du sodium dissous dans de l'alcool méthylique, et si l'on vient à faire agir, comme dans la préparation précédente, de l'iodure de méthyle, on obtient du méthylcyanosuccinate de méthyle.

» Ce déplacement de l'alcool éthylique par l'alcool méthylique ou par un autre alcool quelconque a été déjà signalé par M. Purdie (¹) à différentes reprises, par Peters (²), Haller et Held (³) et plus anciennement par M. Friedel et Crafts (⁴). Nous allons en rapporter de nouveaux exemples.

» J'ai en effet cherché à préparer le cyanosuccinate de méthyle-éthyle,

$$\begin{array}{l} \quad\diagup CAz \\ CH—CO^2CH^3 \\ | \\ CH^2.CO^2C^2H^5 \end{array}$$

par l'action des monochloroacétates de méthyle ou d'éthyle sur les cyanacétates d'éthyle ou de méthyle sodés. Dans ces conditions, en opérant sur les quantités théoriques de ces corps mis en présence, je n'ai pu obtenir que des cyanosuccinates de méthyle ou d'éthyle, suivant qu'on opérait au sein de l'alcool méthylique ou éthylique. J'aurai d'ailleurs l'occasion de donner plus de détails sur ces diverses réactions.

» *Éther méthyléthényltricarbonique* : $\begin{array}{l} \quad\quad CO^2CH^3 \\ CH^3,C — CO^2CH^3 \\ \quad\quad CH^2.CO^2CH^3 \end{array}$. — La fonction nitrile du méthylcyanosuccinate de méthyle a été saponifiée au moyen de l'alcool méthylique saturé d'acide chlorhydrique. A froid, par simple contact, la saponification ne s'opère pas, même au bout d'un temps très long.

(¹) *Berichte*, t. XX, p. 1555.

(²) *Ibid.*, p. 3318.

(³) *Bulletin de la Société chimique*, t. XLIX, p. 247, et *Annales de Chimie et de Physique*, 6ᵉ série, t. XVII, p. 226.

(⁴) *Comptes rendus*, t. LVII, p. 877 et 986.

Il faut opérer en tubes scellés à la température de 75° environ, pendant une ou deux heures seulement. Il se dépose du chlorhydrate d'ammoniaque.

» On évapore le liquide au bain-marie, et on lave le résidu avec une solution de carbonate de soude. Il se précipite une huile qui est reprise par de l'éther. Cette solution, desséchée sur du chlorure de calcium, est distillée dans le vide partiel; sous une pression de $0^{atm},05$, à 217° environ, la majeure partie du produit distille. L'analyse de ce liquide rectifié a donné des chiffres qui correspondent à ceux de l'éther méthyléthényltricarbonique, formé en vertu de l'équation suivante

$$CH^3,C\begin{cases} CAz \\ -CO^2CH^3 \\ CH^2,CO^2CH^3 \end{cases} + 2CH^3,OH + 2HCl = CH^3,C\begin{cases} CO^2CH^3 \\ -CO^2CH^3 \\ CH^2,CO^2CH^3 \end{cases} + AzH^4Cl + CH^3Cl.$$

» Le cyanosuccinate de méthyle, de même que ses dérivés substitués, participe donc des propriétés du cyanosuccinate d'éthyle et des composés qui en dérivent. Dans une prochaine Communication, je ferai connaître des composés nouveaux, obtenus avec l'éther cyanacétique et l'éther cyanosuccinique [1]. »

ZOOLOGIE. — *Sur la dextrorsité de certains Gastropodes dits « sénestres »* (Lanistes, Peraclis, Limacina, *larves des* Cymbuliidæ). Note de M. **Paul Pelseneer**.

« I. M. Bouvier a montré, dans le présent Recueil [2], que les *Ampullaria* à enroulement sénestre (*Lanistes*) sont *dextres* par leur organisation anatomique.

» De mon côté, j'ai fait voir [3] que, chez les « Ptéropodes » à coquille enroulée (*Limacinidæ, Cymbuliidæ* à l'état larvaire), malgré la sinistrorsité de la coquille, l'organisation de l'animal est *absolument dextre*, c'est-à-dire que l'anus, l'orifice génital, le pénis et le plus gros ganglion viscéral se trouvent à droite.

---

(1) Travail fait au laboratoire des travaux de Chimie et de Pharmacie de la Faculté de Médecine de Bordeaux.

(2) Bouvier, *Comptes rendus*, t. CIII, p. 1276; 1886.

(3) Pelseneer, *Zool. Challenger Exped.*, Part LXVI, p. 6 à 12; 1888.

» II. Cette anomalie apparente restait sans explication, jusqu'à ce que Simroth (¹) et von Jhering (²) aient émis, indépendamment, une hypothèse qui permettrait d'en rendre compte, et dont voici le résumé :

» Chez les Gastropodes où la coquille enroulée en spirale est formée de tours peu saillants, la « spire », en s'aplatissant davantage, a pu finalement *devenir rentrante* et se transformer en un faux ombilic.

» Mais cette explication très plausible n'était pas appuyée d'une preuve démonstrative.

» III. Celle-ci peut se trouver dans la conformation de l'opercule.

» On sait, en effet, que, si ce dernier est spiralé, il possède une spire inverse de celle de la coquille (*sénestre* chez les Gastropodes à coquille dextre; *dextre* chez ceux à enroulement sénestre : *Triforis, Lævocochlis*, etc.).

» Si donc les formes dont il est question ici ont un *faux* enroulement sénestre, comme le suggèrent Simroth et von Jhering, leur opercule (s'il est spiralé), doit être *à spire sénestre*, lorsqu'il est observé en place.

» L'opercule de *Lanistes* n'est pas spiralé, mais il l'est dans tous les Ptéropodes à coquille enroulée. Or sa spire est *sénestre :*

» 1° Chez *Peraclis* (³); 2° Chez les larves des *Cymbuliidæ* (⁴); 3° chez *Limacina* (*Spirialis*) *retroversa*, Flemming (= *balea*, Möller), que je viens d'examiner spécialement à ce point de vue (⁵);

» De plus, dans tous les Gastropodes enroulés (qu'ils soient *réellement* dextres ou *réellement* sénestres), la partie initiale de l'opercule spiralé se trouve dirigée *vers le côté ombilical* de la coquille. Or, dans les trois cas ci-dessus, cette spire est dirigée *vers la « spire »* de la coquille.

» Il est donc certain que la spire des Ptéropodes enroulés correspond à l'ombilic des Bullidés et des autres Gastéropodes,

» C'est, par conséquent, au processus indiqué plus haut, d'après Simroth et von Jhering, qu'est due l'acquisition de la sinistrosité de la

---

(¹) SIMROTH, *Zeitschr. f. Naturwiss.* (*Halle*), Bd. LXII, p. 88; 1889.

(²) VON JHERING, *Bull. Scientif. France et Belgique*, t. XXIII, p. 180.

(³) PELSENEER, *Zool. Challenger Expedit.*, Part LXV, Pl. I, fig. 8; Part LXVI, p. 31.

(⁴) *Ibid.*, Part LXV, Pl. II, fig. 14.

(⁵) Les auteurs qui ont figuré des opercules de *Limacina* (ou *Spirialis*) (Souleyet, Sars), les ont représentés comme dextres, mais alors séparés du corps de l'animal; dans le cas où l'on en voit au contraire *in situ* (Souleyet, Bonite, Pl. XIII, fig. 36, « *Spirialis* » *bulimoides*), la spire y est *sénestre*.

coquille, *dans le cas spécial* où cette sinistrosité laisse inaltérable la dextrosité de l'organisation, ou *vice versa*, comme c'est probablement le cas chez *Choanomphalus* et *Pompholyx*.

» IV. Il résulte de ce qui précède que *Lanistes*, les *Limacinidæ* et les larves des *Cymbuliidæ* sont *ultra-dextres* et qu'il n'y a de réellement sénestres que les Gastropodes chez lesquels il y a *situs inversus* complet, normal (*Triforis*, *Physa*, etc.), ou tératologique [*Buccinum* (von Jhering), *Helix*, *Limnæa*, etc.]. »

ZOOLOGIE. — *Sur la structure de l'œil composé des Crustacés macroures.* Note de M. **H. Viallanes**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Dans le travail d'ensemble que M. Grenacher a publié sur les organes visuels des Arthropodes, ce savant est arrivé, quant à la constitution générale de l'œil composé des Crustacés supérieurs, aux conclusions suivantes. L'œil composé, limité en dehors par la cornée à facettes, en dedans par la membrane basale, est formé par la réunion d'un grand nombre d'yeux élémentaires ou *ommatidies*. Chaque ommatidie comprend, comme parties principales, 1° le *cône cristalloïde*, formé de quatre segments accolés suivant l'axe; 2° la *rétinule*, située entre l'extrémité du cône et la membrane basale. La rétinule est formée par sept bâtonnets ou *rhabdomères* soudés ensemble suivant la ligne axiale pour former un corps désigné sous le nom de *rhabdome*. La surface libre de chaque rhabdomère est revêtue par une cellule fortement pigmentée, désignée sous le nom de *cellule rétinienne* et qui sécréterait pour ainsi dire celui-ci. Des recherches plus récentes dues à M. Patten [1] tendent à infirmer ces conclusions et à prouver que le rhabdome ne dépend point des cellules rétiniennes, mais bien du cône avec la substance duquel il se continuerait.

» Les recherches que je viens d'entreprendre sur la Langouste m'ont permis de constater des particularités qui avaient échappé à l'un et à l'autre des auteurs que je viens de citer. Le cône ne se termine pas au niveau de l'extrémité externe du rhabdome, comme le pense M. Grenacher; il ne se continue pas non plus avec la substance de celui-ci, comme le voudrait M. Paten. Mes préparations montrent, en effet, que chacun des quatre segments constitutifs du cône se termine par un filament extrême-

(1) *Eyes of Molluscs and Arthropods* (*Mittheil. Zool. Stat. Napol.*, 1886).

ment ténu qui chemine le long du rhabdome, entre les cellules rétiniennes, pour aller s'attacher à la membrane basale.

» Quelles parties de l'ommatidie s'unissent et comment s'unissent-elles avec les tubes nerveux, dits *fibres post-rétiniennes*, chargés de transmettre aux centres les impressions lumineuses? C'est un point capital à élucider si l'on veut déterminer le rôle physiologique des diverses pièces qui constituent l'ommatidie. M. Grenacher n'a point abordé cette difficile recherche; M. Patten, qui s'en est occupé, ne me paraît pas avoir été heureux dans ses résultats, en raison sans doute du mauvais choix des types zoologiques auxquels il s'est adressé. Je ne puis aujourd'hui entrer dans aucune discussion à ce sujet. Je me contenterai d'attirer l'attention de l'Académie sur les conclusions auxquelles m'ont conduit les recherches que j'ai entreprises sur la Langouste, type éminemment favorable à la solution du problème que je signalais plus haut.

» Le rhabdome de la Langouste est un corps allongé, terminé à son extrémité externe par une pointe effilée; sa surface est pourvue de sept côtes longitudinales très saillantes, répondant aux sept rhabdomères qui se soudent pour le former. Vers l'extrémité interne du rhabdome, les sept rhabdomères se séparent. Une coupe transversale pratiquée à ce niveau nous montre ceux-ci symétriquement disposés en cercle autour d'un point qui répondrait à l'axe de l'ommatidie. Plus près de la membrane basale, la symétrie, de radiale qu'elle était, devient bilatérale; six des rhabdomères se disposent symétriquement par rapport à un plan qui passerait par le septième. Nous pouvons donc distinguer à ce niveau un rhabdomère asymétrique (que nous appellerons *antérieur*) et six rhabdomères disposés par paires en arrière de celui-ci. Les rhabdomères de la première paire sont très écartés de ceux de la deuxième; ceux de la deuxième paire sont, au contraire, très rapprochés de ceux de la troisième.

» Chacun des sept rhabdomères, après s'être ainsi disposé, se continue directement avec le contenu protoplasmique (ou cylindre-axe) d'un tube nerveux qui se revêt de sa graisse propre en traversant la membrane basale pour aller (sous le nom de *fibre post-rétinienne*) gagner le ganglion optique.

» La membrane basale est percée de trous pour livrer passage aux sept tubes nerveux qui se rendent à chaque ommatidie. Ces trous sont disposés avec une symétrie très grande, mais entièrement différente de la symétrie heptagonale des rhabdomes. Afin de faire comprendre cet arrangement nous distinguerons les ommatidies voisines par les lettres A, B, C, ...

Autour du point qui répond à l'axe de l'ommatidie A, la basale est percée de cinq trous disposés en pentagone allongé. Un des trous est impair, les quatre autres sont symétriquement disposés en deux paires.

» Le trou impair donne seulement passage au tube nerveux venant du rhabdomère impair de l'ommatidie A.

» Le trou de la première paire donne passage à trois tubes qui viennent : l'un du rhabdomère de la première paire de l'ommatidie A, les deux autres des rhabdomères de la deuxième et de la troisième paire d'une ommatidie voisine B.

» Le trou de la deuxième paire donne passage à trois tubes qui viennent : l'un du rhabdomère de la première paire d'une ommatidie C, les deux autres des rhabdomères de la deuxième et de la troisième paire de l'ommatidie A.

» Sans insister davantage sur ces curieuses dispositions, je résumerai brièvement ceux des résultats auxquels je suis arrivé et qui me semblent avoir le plus d'importance.

» 1° Les théories morphologiques et physiologiques auxquelles M. Patten a voulu donner un caractère si général ne peuvent se soutenir en présence de ce fait que chacun des segments du cône, loin de se continuer avec le rhabdome, se termine, ainsi que je l'ai montré plus haut, en un filament qui va s'attacher à la membrane basale. Il faut donc, à l'encontre du naturaliste américain, voir dans le cône seulement un organe de réfraction.

» 2° Les plus nerveuses ne se terminent pas dans le protoplasma des cellules rétiniennes, comme le voulait ce même auteur, mais s'unissent directement avec le rhabdome.

» 3° Chacun des sept rhabdomères s'unit à un tube nerveux spécial; il est donc infiniment probable que chaque ommatidie peut être le point de départ d'au moins sept sensations lumineuses distinctes ([1]). »

([1]) Ce travail a été fait à la station zoologique d'Arcachon.

BOTANIQUE. — *Structure comparée des racines renflées de certaines Ombellifères* ([1]). Note de M. **Géneau de Lamarlière**, présentée par M. Duchartre.

« Les racines adventives renflées en tubercules des *Œnanthe* présentent, d'après M. Courchet ([2]) et M. Gérard ([3]), une structure anormale. En reprenant cette étude et en l'étendant à d'autres genres d'Ombellifères qui présentent aussi des racines renflées (*Carum, Cicuta* et *Sium*), j'ai trouvé une série de transitions entre le type anormal des *Œnanthe* et la structure normale présentée par le pivot ou les racines latérales des autres espèces de la même famille.

» On sait, en effet, que la partie mince de la racine d'un *Daucus Carota* comporte deux faisceaux ligneux primaires, alternant avec deux faisceaux libériens; mais, dans la partie épaissie de cette racine, les faisceaux du bois primaire montrent leurs vaisseaux dissociés et dispersés au milieu d'un parenchyme abondant et non lignifié. Chacun de ces vaisseaux ainsi isolés est bordé d'un cercle de cellules parenchymateuses disposées en rayonnant tout autour.

» Cette structure est fréquente dans les tubercules, et je l'ai observée dans les racines de l'*Apium graveolens*, de l'*Angelica silvestris*, de l'*Anthriscus silvestris* et du *Chœrophyllum bulbosum*. Il n'est pas rare de rencontrer, dans ces mêmes espèces, des groupes de plusieurs vaisseaux accolés et entourés de parenchyme rayonnant.

» Enfin tout un faisceau du bois primaire peut présenter la même particularité, et c'est le cas des racines adventives des *Œnanthe*, du *Carum verticillatum*, du *Sium latifolium* et du *Cicuta virosa*.

» Dans l'*Œnanthe pimpinelloides*, il y a trois faisceaux primaires qui tantôt se rejoignent au centre, tantôt sont un peu écartés les uns des

([1]) Ce travail a été fait au Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, sous la bienveillante direction de M. Gaston Bonnier.

([2]) Courchet, *Etude anatomique sur les Ombellifères et leurs principales anomalies* (*Ann. des Sc. nat., Bot.*, 6e série; 1884).

([3]) R. Gérard, *Structure de l'axe des* Œnanthe *et considérations sur les formations anomales* (*Comptes rendus*, novembre 1883, et *Bull. de la Soc. bot. de Fr.*, 2e série, t. V; 1883).

autres, surtout dans la partie renflée de la racine. Sur sa face externe et sur ses faces latérales, chacun de ces faisceaux est entouré d'une couche génératrice secondaire. La même disposition se rencontre chez le *Sium latifolium*. La couche génératrice peut même parfois s'étendre sur la face interne du faisceau : c'est ce qu'on observe chez le *Cicuta virosa*.

» Dans l'*Œnanthe Lachenalii*, l'écartement des faisceaux est bien plus accentué, l'assise génératrice étant beaucoup plus active sur la face interne que dans les espèces précédentes. Cet écartement est porté à l'extrême dans l'*Œnanthe peucedanifolia*, l'*Œ. crocata* et le *Carum verticillatum*.

» Comment se comportent le bois et le liber secondaires dans ces racines anormales? Dans le *Daucus*, l'*Apium*, etc., la couche génératrice ne produit d'éléments lignifiés que sur les faces latérales des faisceaux du bois primaire ; sur la face externe, il ne naît que du parenchyme non lignifié. Sur une coupe transversale, l'ensemble du bois secondaire prend l'aspect d'une ramification dichotomique, par suite de la formation de rayons médullaires larges qui se terminent vers l'intérieur à des distances inégales du centre.

» Dans les racines adventives du *Cicuta virosa*, les formations secondaires présentent la même disposition. Cependant, la couche génératrice fonctionne moins activement en face des rayons médullaires que dans ses autres points.

» Chez le *Sium latifolium* et l'*Œnanthe pimpinelloides*, le bois secondaire est moins abondant et ne présente plus l'aspect d'une ramification dichotomique. Ce bois est produit sur les faces latérales des faisceaux ligneux primaires, et quelquefois aussi sur la face dorsale, comme c'est le cas du *Sium latifolium*.

» Ces formations secondaires internes à la zone génératrice sont moins abondantes encore dans l'*Œnanthe peucedanifolia* et le *Carum verticillatum*. Chez cette dernière espèce, il n'y a plus que quelques vaisseaux entremêlés à un petit nombre de cellules parenchymateuses sur les faces latérales des faisceaux du bois primaire.

» Quant à ce qui représente le liber secondaire dans ces racines renflées, c'est dans tous les cas un parenchyme très développé même lorsque le bois secondaire est presque nul; c'est dans ce tissu du liber secondaire que s'accumule la majeure partie des réserves.

» Conclusion. — *L'anomalie qu'on observe chez les racines latérales renflées de certaines Ombellifères (*Œnanthe, Carum*), est plutôt apparente que réelle. On peut trouver, dans les plantes de la même famille, une série d'intermé-*

diaires entre cette structure dite anormale et la structure d'une racine renflée normale (Daucus, Apium) ».

GÉOLOGIE. — *Sur la structure microscopique des roches phosphatées du Dekma (département de Constantine).* Note de M. **Bleicher**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Dans une première Note du 9 juin 1889, *Sur la nature des massifs de Dekma* (département de Constantine), nous présentions l'étude de quelques roches phosphatées de ce gisement, provenant d'un envoi fait, par M. Vetterlé, de Souk-Arras à M. Thomas, vétérinaire en 1er au 10e hussards, auteur de la découverte des phosphates en Tunisie. De nouveaux envois d'échantillons de même provenance, augmentés de ceux que M. G. Le Mesle a recueillis sur les flancs du Dekma, permettent de compléter ces recherches par des observations microscopiques plus précises et plus nombreuses.

» La caractéristique des roches phosphatées du Dekma, qu'elles proviennent des flancs du massif ou du sommet, consiste dans l'abondance plus ou moins grande de débris osseux visibles extérieurement ou incorporés à la masse, de nodules généralement petits, marno-calcaires, pénétrés de phosphate, d'une matière minérale verte, écailleuse ou terreuse, de grains quartzeux, même de quartz bipyramidé.

» C'est dans les parties les plus riches en grains quartzeux, en matière minérale verte et aussi en fer que les débris osseux dominent.

» Une roche notée n° 5 dans la collection envoyée par M. Vetterlé à M. Thomas, présente ces caractères au plus haut degré. Elle provient des flancs du Dekma, non loin de Tarja, des couches supérieures au gypse. La coupe, qui a pu être photographiée, montre, au milieu d'un ciment calcaréo-ferrugineux peu abondant, des grains quartzeux, des ébauches de quartz bipyramidé, des grains ou écailles de cette substance verte dont nous avons parlé plus haut, à différents degrés de décomposition qui révèlent sa richesse en fer, des débris nombreux d'os et d'émail.

» Les débris d'os, grâce à la conservation de leurs ostéoplastes, sont faciles à reconnaître; ils paraissent souvent arrondis sur leurs bords, divisés en fragments réguliers circonscrivant des îlots osseux. Il n'en est pas de même des fragments d'émail, qui se présentent avec une teinte jaune d'ambre et n'ont, pour les caractériser, au point de vue histologique, que

des stries plus ou moins parallèles ou un pointillé très fin, suivant le sens de la section. Des préparations faites sur des dents revêtues de leur émail permettent de déterminer la nature de ces débris animaux par comparaison, et de constater que, dans certaines roches du Dekma, les dents, et peut-être les écailles émaillées de certains poissons ont été macérées et dissociées au point que l'émail en menus fragments détachés de la partie osseuse a pu rester seul témoin de leur existence. Nous avons pu constater le même fait dans les roches de calcaire rubané, riche en débris de poissons, du muschelkalk supérieur des environs de Lunéville.

» Tout autre en apparence est une roche phosphatée jaunâtre, noduleuse, de la partie supérieure du nummulitique du Dekma, provenant d'un envoi fait par M. Vetterlé. L'élément calcaire y domine, mais il s'y présente sous forme de ciment et de nodules pénétrés de phosphate. Les dents et les os, assez abondants, sont faciles à dégager par simple dissociation dans l'eau; quant aux écailles de matière minérale verte et aux grains de quartz, ils sont en faibles proportions.

» A côté de ces deux catégories de roches phosphatées que nous avons choisies comme les deux extrêmes de la série riche en débris animaux, il convient d'en signaler d'autres qui, dans les échantillons soumis à nos recherches, n'en contiennent pas de traces.

» Ce sont alors les foraminifères surtout qui paraissent avoir concentré le phosphate dans leur test. Deux cas se présentent ici. Une roche calcaire jaunâtre assez dure, tachée de points verts, provenant du massif du Dekma, se montre uniquement formée, d'après une coupe, de nummulites noyées dans un ciment calcaire peu abondant. Elle paraît assez riche en phosphates d'après l'essai qualitatif, et l'on peut admettre (la roche étant trop compacte pour qu'on puisse dégager ces foraminifères et les étudier directement) que ce minéral est contenu dans leur test.

» M. G. Le Mesle a recueilli dans un petit affleurement, entre la route et le Dekma, à 11^{km} de Souk-Arras, une roche marno-calcaire finement grenue, se débitant facilement en grains qui, par simple lavage, peuvent être facilement caractérisés comme foraminifères.

» Quoiqu'elle contienne aussi de petits moules de coquilles bivalves et gastropodes et d'autres organismes d'interprétation difficile, les foraminifères nous ont paru plus intéressants à étudier au point de vue de ce qu'on pourrait appeler la localisation du phosphate.

» Ces organismes microscopiques sont entourés d'une coque calcaire dont on peut se débarrasser, en partie au moins, par l'acide acétique. Les

foraminifères les plus petits, qui ont été soumis à cette action préalable, donnent, par l'action de l'acide nitrique étendu, suivie d'addition de molybdate d'ammoniaque, la réaction des phosphates avec un résidu siliceux. En coupe, ces foraminifères montrent leur test bien conservé et, dans les préparations obtenues après action de l'acide acétique, les détails de structure deviennent visibles. Notons que la matière minérale verte qui accompagne partout les phosphates est représentée également ici.

» En résumé, il résulte de nos observations que les roches phosphatées du Dekma ont une composition assez uniforme, quel que soit leur niveau géologique, et que les débris organiques de toute nature qu'on y rencontre peuvent servir à expliquer la richesse de ce massif en phosphate de calcium. »

PALÉONTOLOGIE. — *Note sur les gisements quaternaires d'Éragny et de Cergy (Seine-et-Oise)*; par M. **E. Rivière.**

« A plusieurs reprises j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie le résultat de mes recherches paléontologiques et anthropologiques dans les sablières quaternaires du bassin parisien, et notamment dans celles du département de la Seine, telles que Billancourt, le Perreux, Nogent-sur-Marne, Neuilly-sur-Marne, etc., où j'ai trouvé et étudié une faune intéressante par les Vertébrés quaternaires plus ou moins nombreux qu'elles renfermaient.

» Aujourd'hui, les recherches qui font l'objet de cette Note sont relatives à des carrières beaucoup plus éloignées de Paris, mais également quaternaires, qui m'ont été signalées par M. P. Toussaint, dans le département de Seine-et-Oise, à peu de distance de Pontoise, et situées les unes sur la rive gauche de l'Oise, les autres sur sa rive droite.

» I. *Sablières d'Éragny.* — Le premier gisement se trouve sur le territoire de la commune d'Éragny, entre Conflans-Sainte-Honorine et Saint-Ouen-l'Aumône. Il est représenté par trois sablières presque contiguës, dont l'une, abandonnée déjà depuis quelque temps, ne m'a fourni aucun élément d'étude et sur laquelle je n'ai pu avoir aucun renseignement.

» Les deux autres, la sablière Plaudet et la sablière Leveau, sont en pleine exploitation. Elles sont situées à un demi-kilomètre environ des bords de l'Oise, sur sa rive gauche, entre le chemin vicinal d'Éragny à Saint-Ouen-l'Aumône et la voie ferrée, qu'elles côtoient dans toute leur longueur.

» Ces deux carrières sont exploitées et pour le sable fin et pour le gros caillou qu'elles renferment, jusqu'à la profondeur de 5^{m} environ, profondeur au-dessous de laquelle j'ai rencontré une nappe d'eau correspondant au niveau de l'Oise, s'élevant avec celui-ci dans toutes ses crues, s'abaissant, au contraire, en même temps que ses propres eaux à certaines époques de l'année.

» Les lits de sable, de gravier et de gros cailloux sont surmontés d'une couche de terre végétale qui varie entre 60^{cm} et 90^{cm} d'épaisseur. Les ossements d'animaux, ainsi que les silex taillés qui y ont été trouvés gisaient dans une couche de moyens graviers mêlés de sable, située à $3^{m},40$ de profondeur et de 60^{cm} à 70^{cm} d'épaisseur.

» Les animaux, dont les restes y ont été découverts et recueillis pour la plupart par un ouvrier carrier de Pontoise, chez lequel j'ai pu les examiner, sont :

» 1° L'*Elephas primigenius,* représenté par deux dents molaires presque entières et par une série de lames brisées et détachées les unes des autres provenant d'une troisième dent;

» 2° Un Équidé de grande taille, très probablement l'*Equus caballus fossilis,* représenté aussi : (*a*) par des dents molaires supérieures et inférieures, et par plusieurs incisives, les unes entières, les autres brisées; (*b*) par un métacarpien entier et bien conservé.

» 3° Le *Bos primigenius* caractérisé : (*a*) par un certain nombre de dents molaires supérieures et inférieures, les unes entières et bien conservées, les autres brisées; (*b*) par un astragale de fortes dimensions.

» J'ai trouvé aussi moi-même, en place, dans la sablière Plaudet, deux fragments de molaires d'Équidé, dont un roulé, presque méconnaissable, ainsi qu'une dent molaire inférieure de Bovidé.

» De plus, un certain nombre de diaphyses d'os longs fendus et brisés, absolument indéterminables, au point de vue non seulement de l'animal dont elles proviennent, mais encore de la nature de l'os lui-même, ont été mises à découvert dans ces mêmes sablières et recueillies par les ouvriers. Mais jusqu'à présent le Rhinocéros et le Renne, que j'avais trouvés dans les sablières des environs de Paris, notamment à Billancourt et à Montreuil, font complètement défaut dans les carrières de sable d'Éragny, ou plutôt je n'en ai pas vu la moindre trace; il en est de même des animaux carnivores dont je n'ai trouvé ni dents, ni ossements.

» Par contre, les échantillons de bois fossiles plus ou moins roulés sont très nombreux. Je me propose d'en faire ultérieurement une étude ana-

logue à celle que j'ai faite des bois trouvés dans les sablières de Billancourt et du Perreux.

» Quant à l'industrie de l'homme quaternaire, les ouvriers des sablières d'Éragny ne sachant pas ce que c'est qu'un silex taillé, n'en ont jamais recueilli un seul. J'ai eu, au contraire, la bonne fortune d'en trouver quelques-uns, non pas en place, mais en explorant les tas de cailloux de la carrière Plaudet. Je citerai notamment : 1° une sorte de disque irrégulier pourvu de son bulbe de percussion à la face inférieure; 2° une petite lame triangulaire en silex blanc; 3° un nucléus long de $0^m,089$, large de $0^m,027$ et épais de $0^m,024$. D'autre part, M. Toussaint m'a annoncé, il y a quatre jours, la découverte, dans la carrière Leveau, avec quelques dents d'Équidé : 1° de deux silex taillés, l'un en forme de couteau long de $0^m,098$, l'autre en forme, dit-il, de lame-racloir, dont les dimensions sont de $0^m,085$ sur $0^m,074$; 2° d'une lame en grès, taillée, longue de $0^m,095$, qui reposait sous une couche de sable fin.

» II. *Sablière de Cergy.* — Cette sablière, qui appartient à un entrepreneur de Paris, se trouve au milieu d'un petit bois situé un peu au delà du village de Cergy et à un quart d'heure de marche environ de la rive droite de l'Oise.

» La hauteur des couches exploitées est la même qu'à Éragny et c'est dans le même milieu de sable et de gravier qu'un assez grand nombre d'ossements y ont été trouvés; malheureusement tous ont disparu, soit qu'ils aient été jetés de côté et brisés comme pièces de nulle valeur, soit qu'ils aient été vendus par les ouvriers de la carrière, à l'exception des pièces suivantes recueillies avec des silex taillés par M. Toussaint, qui a bien voulu me les communiquer pour les déterminer :

» *a. Equus caballus fossilis,* deux dents, une incisive et une molaire inférieure;

» *b. Bos primigenius,* un astragale et une dent molaire supérieure;

» *c. Cervus....,* un fragment de scapulum d'un ruminant du genre Cerf;

» *d.* Enfin de nombreux morceaux de diaphyse d'os longs fendus et brisés comme dans les sablières d'Éragny.

» Les silex taillés trouvés dans la carrière de Cergy sont au nombre de treize. Ce sont : (*a*) des lames dont la plus longue mesure $0^m,10$ de longueur, et la plus petite, $0^m,034$; (*b*) des pointes du type moustérien, mesurant, la plus grande, $0^m,04$ de longueur, la plus petite, $0^m,034$; (*c*) un disque peu épais, tranchant et retaillé sur ses bords, mesurant $0^m,06$ dans son plus grand diamètre.

» Telles sont les principales pièces palæoethnologiques trouvées jusqu'à

présent dans les sablières d'Éragny et de Cergy, dont je poursuis l'étude et dont M. P. Toussaint veut bien me faire réserver toutes les trouvailles, avec une note précise sur le milieu dans lequel elles ont lieu, afin d'en publier, à un moment donné, les résultats. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la production de la glycosurie et de l'azoturie, après l'extirpation totale du pancréas.* Note de M. **E. Hédon**, présentée par M. Bouchard.

« La glycosurie se montre toujours chez le chien, à la suite de l'extirpation totale du pancréas. Il n'y a pas d'exceptions. Mes expériences confirment entièrement sur ce point la découverte de von Mering et Minkowski. Mais j'ai observé de plus que, dans quelques cas, la glycosurie peut disparaître complètement, sans que pour cela l'animal cesse d'être diabétique (jusqu'à présent ce phénomène n'a été noté que chez des chiens qui avaient subi l'extirpation du pancréas longtemps après l'injection de paraffine dans les conduits de la glande).

» L'étude des courbes de la glycosurie et de l'azoturie que j'ai dressées pour toutes mes expériences permet de distinguer deux formes à la maladie créée par l'extirpation du pancréas.

» A. Une forme de diabète à marche rapide, dans laquelle l'élimination du sucre et de l'azote est excessive et amène promptement une cachexie profonde et la mort au bout de quinze à trente jours. La courbe de l'azoturie est parallèle à la courbe de la glycosurie, mais lui est inférieure et la glycosurie est le symptôme dominant. Ces courbes présentent deux périodes assez régulières, l'une d'ascension, l'autre de descente.

» B. Une forme de diabète à marche lente. L'animal ne succombe qu'au bout de plusieurs mois à la cachexie. La glycosurie est intermittente; quand sa courbe s'abaisse, on peut voir parfois la courbe de l'azoturie s'élever beaucoup. La glycosurie peut manquer totalement, pendant de longues périodes de la maladie; mais l'élimination de l'azote est toujours considérable, et dans cette forme c'est l'azoturie qui est le symptôme dominant de l'affection. Tous les symptômes diabétiques persistent malgré l'absence de la glycosurie; la polydipsie et la polyurie en particulier sont très accentuées. Les chiffres suivants donneront une idée de l'état de la nutrition azotée chez un chien le soixante-quatrième jour après l'extirpation,

alors que la glycosurie a complètement cessé depuis quelque temps. Poids de l'animal $13^{kg},400$. Pour une alimentation exclusive de viande (par jour 1^{kg} de muscles de cheval, renfermant 35^{gr} d'azote), l'animal rend :

	Matières fécales.		Urine.		
Jours.	Poids.	Azote en grammes.	Quantité en cent. cubes.	Densité.	Urée de la totalité de l'urine.
	gr				gr
1er	0	0	930	1040	51,3
2e	280	8,1	1150	1035	56,1
3e	0	0	1030	1041	54,3
4e	117	3,25	1450	1040	76,5
5e	118	3,52	800	1050	72,8
6e	0	0	1150	1040	62,4

» La digestion des matières albuminoïdes n'est pas très troublée ; l'azote est résorbé dans l'intestin en moyenne pour 92,9 pour 100 ; mais l'azoturine est considérable. L'urine ne renferme pas seulement une forte quantité d'urée, mais les autres principes solides s'y trouvent aussi dans une proportion exagérée (en particulier les phosphates).

» Il faut noter que, chez l'animal en expérience, la cessation de la glycosurie était complètement indépendante des variations apportées dans le régime alimentaire.

» Pour savoir comment le sucre absorbé par la voie intestinale serait utilisé, on mélangea un jour aux aliments 30^{gr} de glycose chimiquement pur. Le lendemain, l'urine contenait $11^{gr},2$ de sucre, mais elle n'en renfermait plus le surlendemain, ni les jours suivants. La consommation du sucre se faisait donc bien mieux que chez les chiens glycosuriques ; car, chez ces derniers, tout le sucre ingéré apparaissait dans l'urine.

» Pour interpréter les résultats de cette expérience, en s'appuyant sur la théorie de M. le professeur Lépine, on admettra que le sang de l'animal avait conservé en grande partie son pouvoir glycolytique, malgré l'extirpation totale du pancréas.

» *Conclusions.* — Voici ce qui me paraît résulter des faits que j'ai exposés dans cette Note et dans ma précédente Communication à l'Académie (6 avril 1891) :

» 1° Le pancréas a une action très importante, comme glande vasculaire sanguine, sur les échanges nutritifs.

» 2° A la suite des lésions provoquées ou de l'extirpation de cette

glande, il se produit une dénutrition considérable qui ne doit pas être exclusivement attribuée aux troubles digestifs.

» 3° La glycosurie et l'azoturie sont les deux symptômes principaux que l'on observe après l'extirpation totale du pancréas.

» La glycosurie apparaît toujours, et fatalement à la suite de cette opération; mais elle peut être intermittente et cesser complètement pendant de longues périodes de la maladie; dans ce cas l'azoturie devient le symptôme prédominant de l'affection, ainsi que cela se trouve quand on se borne à provoquer la sclérose du pancréas, au moyen d'une injection de paraffine dans ses canaux. Par conséquent, la forme diabète insipide peut alterner avec la forme diabète sucré lorsque la maladie a une marche lente.

» 4° Pendant la période où la glycosurie fait défaut, le sucre absorbé avec les aliments est utilisé en grande partie. Pour ce motif, je pense qu'il y a lieu de rechercher s'il se peut que le pancréas soit à la longue suppléé par d'autres organes. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Observations météorologiques sur les Pamirs.* Note de M. **Guillaume Capus**, présentée par M. Mascart.

« Ces observations ont été faites pendant une traversée du massif pamirien, du nord au sud, en 1887, de la chaîne de l'Alaï à celle de l'Hindou-Kouch. La période envisagée va du 13 mars au 19 avril. Il convient de faire remarquer que la région alaïenne, quoique faisant partie du système orographique pamirien, s'en distingue par quelques conditions météorologiques et notamment la quantité de météores aqueux qui s'y accumulent en hiver. L'Alaï n'est séparé de la grande dépression turkestanienne que par une chaîne bordière. La large vallée alaïenne n'atteint au thalweg que 3100^m d'altitude, tandis que les vallées moins régulières, en général, des Pamirs, ont une altitude de 4250^m au Mouss-Koul, de 3197^m au lac Grand Kara-Koul, de 4025^m au lac Rang-Koul, de 4130^m au petit Pamir, etc. Le Trans-Alaï, chaîne de premier ordre, mitoyenne entre l'Alaï et les Pamirs, s'épointe en pics qui atteignent jusqu'à 7000^m d'élévation.

» Un premier fait général, accusé par nos chiffres d'observation du thermomètre, est la non-constance des grands froids, contrairement à la prévision. Si le point de congélation du mercure est quelquefois atteint à cette

époque pendant la nuit, les journées rehaussent souvent la température jusque dans le voisinage de 0° C. et dépassent même ce point.

» Toutes conditions égales d'ailleurs, le maximum de la journée semble tomber entre midi et 1^h. Le chiffre de ce maximum est influencé surtout à l'ombre par l'état du ciel, étant notablement plus élevé par un ciel couvert. Nous l'avons vu atteindre jusqu'à +1°,2 C. à Palpoukh (Alaï), le 17 mars à $12^h 30^m$; +1°,8 C., au Rang-Koul (Pamir), le 30 mars à $1^h 30^m$; +2° C. à Djal (Pamir), à $1^h 30^m$ le 7 avril, et jusqu'à +13° C. le 12 avril à midi sur le petit Pamir.

» D'ordinaire, ce maximum de la journée restait de quelques degrés au-dessous de zéro, et le plus faible maximum du milieu de la journée, constaté entre midi et 2^h, a été de — 11°,5 C. le 31 mars à 1^h s., au Rang-Koul, par un ciel libre. Suivant l'état du ciel, le maximum de la journée est parfois reporté plus tard dans l'après-midi, et jamais avant midi.

» Les nuits sont, en général, excessivement froides, mais variables. Le minimum semble coïncider, toutes conditions égales, avec le lever du soleil. La température nocturne est fortement influencée par l'état du ciel, c'est-à-dire le rayonnement. Sur l'Alaï, tandis que le ciel est couvert, le thermomètre marque — 13° C. le 18 mars à 6^h m., et — 25°,5 C. le lendemain par un ciel pur. Le minimum nocturne a été constaté, dans la nuit du 30 au 31 mars, au lac Rang-Koul, où le mercure était à l'état solide. D'après le temps qu'il a mis à dégeler, après le lever du soleil, j'estime le minimum de la nuit à — 44° C. Ce chiffre n'est certainement pas l'expression de la plus basse température sur le Pamir.

» Le thermomètre accuse une marche rapidement ascendante et descendante, notamment en présence d'un ciel découvert.

» Ex. : *Markane-Sou* (Pamir), 23 mars, 7^h m., — 24°,2 C.; 9^h m., — 20°,5; midi, — 2° C.

» *Palpoukh* (Alaï), 18 mars, $5^h 10^m$ s., — 11°,5 C.; $6^h 20^m$ s., — 16°,5 C.; $7^h 45^m$ s., — 20° C.

» Le 24 mars, au bord du lac Grand Kara-Koul, la température est tombée, en cinq heures (de $4^h 20^m$ s. à $9^h 20^m$ s.), de + 1° C. à — 19°,2 C.

» C'est là une des particularités caractéristiques du climat pamirien. Nous avons constaté une amplitude extrême de 61° entre le minimum et le maximum absolus, et de 41° entre le minimum et le maximum à l'ombre dans la même journée. Les écarts journaliers, du lever du soleil au maximum de la journée et de ce maximum au coucher, sont également consi-

dérables et atteignent plus de 25° C. ; ex. : *Alaï,* 17 mars, thermomètre à l'ombre, 6^h m., — 19°,5 C., et 2^h s., + 7°,5 C. ; *Rang-Koul,* 30 mars, $1^h 30^m$ s., + 1°,8 C. et 7^h s., — 16° C.

» Les chiffres obtenus au soleil sont influencés fortement par l'exposition et la réverbération variable, selon la couverture et la nature du sol. Les plus grands écarts dans nos chiffres entre les températures prises au même moment à l'ombre et au soleil, ont été : *Alaï,* 21 mars, à $1^h 45^m$ s., — 4° C. et + 34°,5 C.; *Markhanesou,* 23 mars à midi, — 2° C. et + 30° C.; *Kara-Koul,* à $9^h 15^m$ m., — 15° C. et + 23°,5 C.; *Rang-Koul,* 31 mars, à $10^h 15^m$ m., — 19° C. et + 16° C.; *Rang-Koul,* 1er avril, à $10^h 35^m$ m., — 7°,5 C. et + 29° C.; soit un écart maximum observé de 38°,5 C. Le filet d'eau de neige fondue au contact d'un objet de couleur sombre regèle de suite, dès qu'il arrive à l'ombre de ce même objet.

» Cet écart, déjà considérable, le devient davantage en été et Ssévertzow cite les chiffres de — 10° C. à l'ombre et de + 70° C. au soleil. En prenant le chiffre de + 70° C. et celui de — 50° C. (probablement dépassé en hiver), l'amplitude extrême annuelle est au moins de 120°.

» En résumé, la marche des thermomètres sur le grand massif pamirien en hiver se distingue par des amplitudes considérables. Cette marche est rapidement ascendante et descendante avec la hauteur du soleil. Les plus basses températures sont accompagnées d'accalmies de vent et un ciel libre. Alors les effets du rayonnement se font sentir avec force, tandis que le ciel couvert amène des températures plus élevées. En comparant les oscillations des températures sur les Pamirs à celles des dépressions adjacentes, du Turkestan par exemple, on voit que les effets de la situation géographique continentale, déjà bien prononcés dans la dépression, sont exagérés dans une mesure exceptionnelle sur les Pamirs.

» Cependant les grands froids y sont moins fréquents et persistants à l'époque de l'année envisagée qu'on ne le croyait jusqu'alors et compensés par des périodes journalières d'élévation de température, qui permettent à la vie animale, représentée par un assez grand nombre d'espèces, y compris l'homme, de se maintenir à travers tout l'hiver dans des conditions physiologiques supportables, quoique très précaires pour quelques-unes. »

M. **L.-S. Lucas** adresse une Note sur les effets d'une trombe à Issy-sur-Seine.

La séance est levée à 3 heures et demie.

M. B.

ERRATA.

—

(Séance du 27 avril 1891.)

Note de MM. *E. Jungfleisch* et *E. Léger*, Sur l'isocinchonine :

Page 944, ligne 35, *au lieu de* base relativement abondante, *lisez* base relativement peu abondante.